

Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior
Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió

Treball Final de Carrera



Sistema de Tractament Localitzat pel Control Ecològic de Plagues.

(Mòdul de Consulta Web)

Autor: Jordi Puig Reñé

Director: Ferran Perdrix Sapiña

Setembre de 2007

Agraïments:

*A la Marta,
als amics,
als pares,
al Ferran i a la gent d'Opennatur*

ÍNDEX

ÍNDEX	pàg. 3
1. INTRODUCCIÓ	pàg. 4
1.1 El projecte OPENGEO	pàg. 4
1.1.1 Noves tecnologies en l'agricultura del segle XXI	pàg. 4
1.1.2 Sistemes de Tractament Localitzat	pàg. 5
1.1.3 Control Ecològic de Plagues	pàg. 5
1.2 Motivació del projecte	pàg.10
1.3 Estat de l'art	pàg.11
1.4 Objectius del projecte	pàg.14
1.5 Estructura de la memoria	pàg.15
2. DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA	pàg.16
2.1 Arquitectura General	pàg.16
2.2 Mòdul de Gestió Central	pàg.17
2.3 Mòdul de Captures de Dades Mòbil	pàg.18
2.4 Mòdul de Consulta Web (Extranet)	pàg.18
3. MODEL DE PROCÉS MPLu+a	pàg.20
3.1 Mètode de treball	pàg.20
3.2 Model de Procés de l'Enginyeria de la Usabilitat i l'Accessibilitat	pàg.27
3.3 Esquema del model	pàg.28
3.3 Anàlisi de tasques	pàg.29
3.4 Disseny conceptual	pàg.30
3.5 Prototipat	pàg.31
3.6 Avaluació	pàg.31
3.7 Implementació	pàg.32
3.8 Llançament	pàg.32
4. MÒDUL DE CONSULTA WEB	pàg.35
4.1 Cronograma	pàg.35
4.2 Aplicació del MPLu+a	pàg.36
4.3 Tecnologies implicades	pàg.49
4.4 Aspectes rellevants	pàg.52
5. RESULTATS OBTINGUTS	pàg.55
6. CONCLUSIONS I FUTURES EXTENSIONS	pàg.61
BIBLIOGRAFIA	pàg.63
ANNEX	pàg.69

1. INTRODUCCIÓ

1.1 El projecte OPENGEO

1.1.1 Noves tecnologies en l'agricultura del segle XXI

La introducció de les noves tecnologies de la informació en el sector primari ha marcat un nou cicle evolutiu sense precedents en l'activitat agronòmica. Cultivar respectant el medi ambient és el desafiament de l'agricultura en el moment present. El mercat i el consumidor final exigeixen, cada vegada més, productes d'origen conegut i amb menor índex de residus, és a dir, naturals. L'evolució de la demanda i les disposicions legals, així com els problemes derivats de la resistència als plaguicides, estableixen i imposen les directrius que seràn de compliment obligat a curt termini. Això ja és possible mitjançant la producció integrada de cultius, que combinen mitjans químics selectius amb altres de naturals, tals com insectes, àcars i microorganismes, que actuen com a depredadors de les plagues i malalties. Per això, l'empresari agrícola ha d'estar atent a les patologies, vigilar-les, controlar-les i aplicar els procediments necessaris per combatre-les. L'objectiu final és aconseguir uns cultius de major qualitat, més nets i respectuosos amb el medi ambient per poder oferir, així, una selecta oferta de productes en concordança amb les demandes cada vegada més exigents del mercat. I tot això, amb un alt grau d'eficàcia productiva.

Per tant, en el futur la línia a seguir ha d'unificar els esforços per dotar de nous mètodes i tècniques de tractaments ecològics amb les possibilitats emergents de la nova societat de la informació i de les seves tecnologies associades, éssent aquest l'ànim del projecte OPENGEO.

1.1.2 Sistemes de Tractament Localitzat

El tipus de tractament proposat aquest projecte, s'emmarca dins dels anomenats Sistemes de Tractament Localitzat (SSMS: Site-Specific Management Systems). Els sistemes SSMS es basen en l'ús dels sistemes GPS¹. Amb aquesta tecnologia i mitjançant l'ús de receptors de posició GPS (o DGPS) és possible determinar la posició de qualsevol element en tota la superfície terrestre. Aquesta tecnologia desenvolupada pel U.S. Department of Defense (DOD) és usada actualment per moltes aplicacions civils, de pescar o volar fins al control de flotes, l'orientació en la muntanya, etc. La integració d'aquesta tecnologia ha permès el naixement d'un nou tipus d'agricultura, l'agricultura de precisió. Una lectura precisa, en termes de posició, de la informació permet recollir dades geo-referenciades que es poden analitzar per aconseguir trobar petites zones dins de grans extensions en que s'han de realitzar actuacions com són la fertilització, el rec o el control de plagues i enfermetats. Aquesta agricultura es presenta com l'antítesi als tractaments tradicionals que consisteixen en cobrir tot el territori uniformement sense analitzar on era necessari exactament l'anomenat tractament. Les avantatges d'aquest tipus d'agricultura són enormes en termes econòmics i en estalvi de temps, però ho són encara més en estalvi energètic, en preservació del medi ambient i en productivitat, salubritat i naturalitat dels productes que arriben als consumidors finals.

1.1.3 Control Ecològic de Plagues

El control ecològic de plagues es basa en l'ús de feromones² sexuals i altres substàncies atractives sintetitzades així com trampes específiques de recollida d'insectes. Un cop distribuïdes les trampes en la superfície a tractar, s'han de monitoritzar, al llarg del temps, els seus nivells de captura i actuar acord amb aquests per realitzar un control efectiu i eficaç de la plaga. L'empresa OpenNatur fa anys que utilitza aquests sistemes de control de plagues i en procura la seva millora i evolució, sent aquest projecte un pas en aquest sentit. A continuació es detallen més concretament els elements utilitzats, així com les seves principals característiques.

Les Feromones Sexuals

L'ús de feromones sexuals i substàncies atractives sintetitzades, juntament amb diferents trampes específiques i distribuïdes estratègicament en els cultius, permet actuar sobre el control de

¹ (Global Positioning System), Sistema de posicionament global.

² Substància hormonal, d'origen natural o sintètic, que actua sobre el comportament dels insectes.

plagues. Segons quina sigui la quantitat de feromona utilitzada i el nombre de trapes, s'obtenen tres tipus d'aplicacions: el mostreig, la captura massiva i la confusió sexual.

a) Feromones sexuals per mostreig:

Les trapes de feromones sexuals permeten capturar els adults, generalment els mascles, d'una determinada espècie nociva. D'aquesta manera, es pot estimar el moment d'inici del vol, la densitat de població durant el seu període de vol i el conseqüent risc de danys, la qual cosa permet adoptar tant una lluita racional guiada com estratègies de control integrat. Alguns exemples de plagues controlables poden ser: *Cydia pomonella*, *Pandemis heparana*, *Adoxophyes orana*, *Anarsia lineatella*, *Cydia molesta*, *Bactrocera oleae*, *Lobesia botrana*.

Cydia pomonella

Nom vulgar: Cuc de les pomes i peres
Duració de la feromona: 110 / 150 dies
Producte: Checkmate CM
Composició: (E-E)-8,10-Dodecadien-1-ol (17,54%)
Número de difusors per hectàrea: 300
Inici de la col·locació : Abril
Ubicació dels difusors: Terç superior de l'arbre



Adoxophyes orana

Nom vulgar: Orugues de la pell
Duració de la feromona: 45 dies
Trampa recomanada: Delta
Inici de la col·locació: Principis d'Abril



Anarsia lineatella

Nom vulgar: Anarsia
Duració de la feromona: 45 dies
Trampa recomanada: Delta
Inici de la col·locació: Principis de Maig



Cydia molesta

Nom vulgar: Polilla Oriental

Duració de la feromona: 90 dies

Producte: Checkmate OFM

Composició: (Z-E)-8 dodecenil acetato (8,6%) +
(Z)-8 dodecen-1-ol (0,09%)

Número de difusors per hectàrea: 270

Inici de la col·locació : Principis d'Abril

Ubicació dels difusors: Terç superior de l'arbre



Bactrocera oleae

Nom vulgar: Mosca de l'olivera

Duració de la feromona: 45 / 90 dies

Trampa recomanada: Delta / Cromàtiques

Inici de la col·locació: Juliol



b) Feromones per confusió sexual:

La confusió d'individus mitjançant feromones sexuals exposades en difusors, és una tècnica que persegueix impedir la trobada necessària entre mascles i femelles per perpetuar l'espècie, modificant intencionadament el sistema químic de comunicació entre individus d'una mateixa espècie nociva. D'aquesta forma tan senzilla s'aconsegueix reduir la densitat de la població de les plagues en minimitzar la descendència. Exemples de plagues controlables amb aquesta tècnica poden ser: *Anarsia lineatella*, *Cydia molesta*, *Cydia pomonella*, *Lobesia botrana*.

c) Feromones sexuals i atractives per captura massiva:

La captura massiva pretén controlar directament una espècie capturant un elevat nombre d'individus amb una feromona sexual o un atractiu, mitjançant una trampa específica. Aquest mètode no elimina la totalitat dels individus, però sí que limita la població

al llindar de plaga tolerables per als productors. Exemples de plagues controlables: *Ceratitis capitata*, *Cossus cossus*, *Synanthedon myopaeformis*, *Zeuzera pyrina*, *Bactrocera oleae*, *Chilo suppressalis*.

Ceratitis capitata

Nom vulgar: Mosca de la fruita

Producte: Trypack

Duració de la feromona: 45 dies

Trampa recomanada: Tephri Trap / Delta

Número de trapes per hectàrea: 50 -75

Sexe dels individus capturats: Majoritàriament femelles

Inici de la col·locació: 1 mes abans de la recol·lecció

Ubicació de les trapes: Terç superior de l'arbre



Cossus cossus

Nom vulgar: Taladre vermell

Producte: Feromona sexual

Duració de la feromona: 45 dies

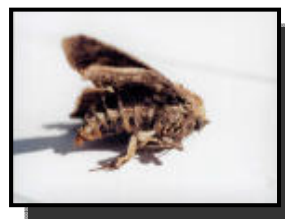
Trampa recomanada: Supercare C

Número de trapes per hectàrea: 8 - 12

Sexe dels individus capturats: Mascles

Inici de la col·locació: Principis de Maig

Ubicació de les trapes: 0,5 m per sobre el terra



Synanthedon myopaeformis

Nom vulgar: Sesia

Producte: Feromona sexual

Duració de la feromona: 45 dies

Trampa recomanada: Unitrap

Número de trapes per hectàrea: 6 - 12

Sexe dels individus capturats: Mascles

Inici de la col·locació: Principis de Maig

Ubicació de les trapes: Terç superior de l'arbre



Zeuzera pyrina

Nom vulgar: Zeuzera

Producte: Feromona sexual

Duració de la feromona: 45 dies

Trampa recomanada: Supercare Z

Número de trapes per hectàrea: 8 - 12

Sexe dels individus capturats: Mascles

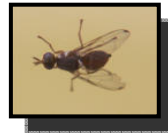
Inici de la col·locació: Principis de Maig

Ubicació de les trapes: 1,5 m per sobre la copa de l'arbre



Altres plagues controlables mitjançant la captura masiva:

- **Bactrocera oleae** (Mosca de l'olivera)



- **Chilo suppressalis** (Barrenador de l'arròs)



Les Trapes Sexuals

Les trapes de feromones sexuals i substàncies sintetitzades distribuïdes estratègicament en els cultius, permeten actuar sobre el control de les plagues, capturar els adults, generalment els mascles, d'una determinada espècie nociva. D'aquesta manera, es pot estimar el moment d'inici del vol, la densitat de població durant el seu període de vol i el conseqüent risc de danys, el que permet adoptar tant una lluita racional guiada com estratègies de control integrat.

Segons quina sigui la quantitat de feromona o substància sexual utilitzada, diferenciem dos tipus de trapes: les de mostreig i les de captura masiva, com s'aprecia a la figura 1.

a) Trampes per mostreig:

1. Cromàtica
2. Delta
3. Delta supercarpo
4. Delta transparent
5. Supercare C
6. Supercare Z
8. Wing Trap

b) Trampes per captura massiva:

6. Supercare C
7. Supercare Z
8. Tephri Trap
9. Polillero Unitrap

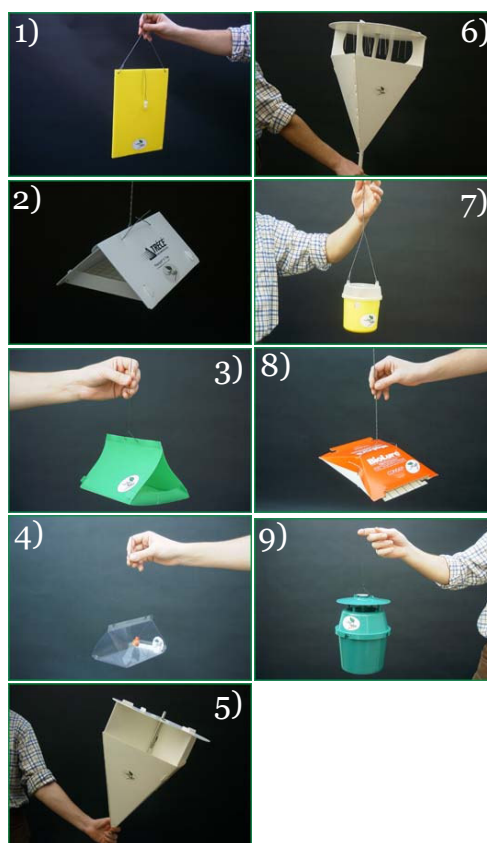


Figura 1.1. Detall de les diverses trampes disponibles.

1.2 Motivació del projecte

El projecte OPENGEO respon a la necessitat de millorar els processos productius associats al tractament i control ecològic de plagues, tant per la captura massiva com per al monitoreig de les plagues. L'ús d'una plataforma integrada d'informació d'extrem a extrem, de la trampa de captura d'insectes ubicada en l'arbre al possible accés via internet a les dades tractades i a les recomanacions d'actuació, permet agilitzar, automatitzar i reduir costos d'aquests tractaments respecte als tradicionals. Internament l'ús de dades digitals permet estalviar esforços de temps i de personal, de tal manera que la informació flueix per la plataforma essent disponible des d'on i quan es requereix.

Des del punt de vista dels clients, aquesta plataforma, i més concretament, l'entorn web que se'ls facilita, permet visualitzar la posició de la finca, obtenir mapes d'impacte de plaga, recomanacions d'actuacions, mapes de danys, etc. amb facilitat i de manera molt intuïtiva la qual cosa ajuda a la comprensió de l'estat real dels cultius i a una major fiabilitat en el procés de presa de decisions.

En el projecte OPENGEO s'aposta per la introducció de les tecnologies de la informació com a fet diferencial i salt de qualitat en el procés productiu de l'empresa OpenNatur, éssent el projecte bàsic per a l'empresa ja que en ell s'hi ha dipositat part de les esperances per al seu futur desenvolupament. Es pretén que la plataforma generada sigui un referent a nivell nacional com a plataforma integrada de serveis de recolzament als tractaments localitzats de control de plagues localitzats.

1.3 Estat de l'art

El maneig de la informació és fonamental per la millora de les pràctiques agrícoles. Sembla lògic que la informació que es posseeixi sobre les diferents variables que incideixin sobre els cultius o que siguin d'interés en qualsevol explotació agrícola, s'organitzin en bases de dades espacials, referenciades respecte a un origen de coordenades previament determinat.

En els sistemes agrícoles, les variables físiques i biològiques mostren generalment una important heterogeneïtat espacial, amb una distribució que, en molts casos, es realitza en forma de pegats irregulars sobre l'àrea d'interés. Així per exemple, una plaga d'un cultiu es pot concentrar més intensament en unes zones que en altres sobre una parcel·la; o la distribució del contingut en matèria orgànica d'un sòl pot experimentar importants variacions espacials. Tot i això, aquestes variacions no signifiquen que sigui impossible trobar un patró de distribució de les variables. Contrariament, en la majoria dels casos, existeix una continuïtat espacial entre les diferents localitzacions.

Encara que es poden trobar molts treballs relacionats amb les variacions temporals de diverses poblacions d'insectes, fins recentment era menys habitual l'anàlisi de les distribucions espacials dels mateixos, degut a la dificultat que es trobava en la manipulació de dades multidimensionals. En alguns casos es va intentar analitzar la variació espacial de les poblacions mitjançant l'ús d'índexs de dispersió, amb la qual cosa es va demostrar que, amb aquells mètodes, era impossible la distinció de les diferents distribucions espacials (per exemple veieu [TAY84]). Aquells índexs es basen en la distribució de les mostres relacionant la variació mostral amb la mitja, però ignoren la localització de les mateixes. Com conseqüència, els índexs són capaços de detectar els diferents patrons de distribució espacial i, en tot cas, depenen considerablement del tamany de les mostres. Per tant, la manca d'un procediment adient per la manipulació i anàlisi de les dades, que reculli tant els valors com la localització de les mostres, va impedir la realització d'uns estudis precisos sobre les variacions espacials en les poblacions d'insectes.

El desenvolupament dels Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) i l'aplicació de la geoestadística, ha suposat un nou impuls als estudis relatius a l'anàlisi de la distribució espacial

aplicada a l'ecologia dels insectes. Un SIG és un conjunt de programes informàtics que serveixen per captar, emmagatzemar, recuperar, transformar, mostrar i analitzar diversos tipus de dades espacials (veieu [BUR98]).

Les dades georeferenciades, o sigui, amb unes coordenades conegudes respecte a un origen predeterminat, poden incorporar-se a un SIG per generar mapes temàtics o cobertures. Per exemple, els tipus de sòl, les classes de cultius o les densitats d'insectes, poden mostrar-se en uns mapes independents sobre aquests temes. A més, els mapes temàtics poden combinar-se amb la finalitat d'analitzar les possibles interaccions entre les diverses variables.

L'anàlisi i la manipulació de grans bases de dades espacials seria impossible sense un SIG. Encara que els SIG han permès als investigadors manipular les dades espacials, la caracterització i la modelització dels patrons de distribució espacial és molt poc factible si no es compta amb un programa estadístic adient. La geoestadística és l'eina fonamental per aquest treball.

Fins fa poc, la major part dels SIG mancaven d'extensions geoestadístiques, per la qual cosa era necessari comptar amb un programa que dugués a terme aquests tipus d'estudis. Afortunadament, en l'actualitat s'està corregint aquesta important deficiència, podent-se realitzar un estudi geoestadístic complet amb la utilització de determinats SIG i sense l'ajuda d'altres programes externs. La majoria de les publicacions relacionades amb l'ús dels SIG i la geoestadística en l'ecologia dels insectes s'han dut a terme en sistemes naturals, comptant-se amb moltes menys aplicacions en els sistemes agrícoles. Aquesta diferència es deu a l'escala de treball.

En els estudis realitzats en boscos o en reserves naturals, amb centenars o milers d'hectàrees, les heterogeneïtats espacials són molt més evidents, mentre que en les plantacions agrícoles, amb unes superfícies de l'ordre d'entre uns centenars d'àrees i uns centenars d'hectàrees en la majoria de casos, les condicions són molt més homogènies. Seria desitjable que en els sistemes agrícoles s'estengués l'ús de la geoestadística com eina destinada a l'anàlisi de les distribucions de les plagues en els diferents cultius, amb la finalitat d'optimitzar la manipulació dels mateixos.

Els canvis tecnològics que es produeixen en l'agricultura estan, generalment, directament relacionats amb la rentabilitat que porta aparellada aquest canvi. Exemple d'això són, entre d'altres, l'adopció de la llavor híbrida de blat, la sembra directa i la biotecnologia.

Els sistemes de tractament localitzat han donat lloc a l'anomenada agricultura de precisió, molt estesa en l'àmbit nortamericà però molt poc desenvolupada en el vell continent. A això hi ajuda

la configuració de les finques, éssent de grans extensions monòtones en els EEUU mentre que són de menors dimensions a Europa.

El potencial de l'agricultura de precisió és el de reduir els costos de producció, augmentar la productivitat i fer un ús més eficient dels productes agraris. En un sentit més ampli, l'agricultura de precisió permet administrar productes i tractaments en el temps i en l'espai, optimitzar la logística de les operacions a camp, supervisar el treball dels empleats en el camp, manipular els riscos de la producció, vendre productes diferenciats, proveir traçabilitat dels productes per consum humà, i complir amb les regles de protecció ambiental. Els monitors de rendiment també s'utilitzen com a drenatge i fertilitat, diferències en sistemes de llaurança, i per tant, com una eina en la presa de decisions en l'elecció d'híbrids, varietats o pesticides.

L'agricultura de precisió es basa en el fet de poder referenciar certes mesures representatives a la seva posició geogràfica construint mapes d'incidència que representen els valors en cada punt de la finca, descobrint quins espais són conflictius o sobre els que s'ha d'actuar. Així s'aplica agricultura de precisió al rec, abonament, sembrat, tractaments insecticides, fungicides, etc. El principi és molt senzill, s'ha de conèixer en quins llocs de la finca existeix una carència nutricional o la presència d'una plaga i actuar sobre aquests llocs solament de forma localitzada. Aquest mètode de cultiu requereix menys esforç, disminueix el consum de combustible i permet reduir el nivell de pulverització, la qual cosa incideix positivament sobre el medi ambient i, òbviament, millora els processos productius.

Per poder crear els mapes de valors s'han de realitzar en primer lloc sondejos, que dependran de cada actuació, i després associar-los amb la seva posició geogràfica, per això utilitzarem el sistema de coordenades GPS. Després, utilitzant tècniques dels anomenats Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) es representen aquests valors en el mapa i mitjançant funcions geoestadístiques s'estenen els mostrejos a tota la superfície obtenint un mapa complet de la finca.

En el cas particular del control de plagues, s'ha de monitoritzar l'estat de la plaga en cada finca per aconseguir un objectiu prioritari: tractar amb els pesticides correctes, amb la quantitat correcta, en el lloc exacte i en el moment adequat.

Sistemes similars al proposat aquí es porten utilitzant fa varis anys en EEUU, per exemple citarem l'empresa Moritor Technologies (veieu [MOR05]) que ha desenvolupat el seu Sistema d'Informació i Gestió de Plagues (PMIS, Moritor Pest Management and Information System). A Argentina veiem un altre cas de ràpida implantació de l'agricultura de precisió degut a les característiques de les finques de gran extensió que posseeix, a Internet trobem nombroses pàgines

entre les que destacarem *agriculturadeprecision.org* (veure [AGR05]). A Europa l'introducció de l'agricultura de precisió és més lenta degut a les característiques de les seves finques i cultius.

A nivell de l'administració han sorgit iniciatives per monitoritzar diversos punts geogràficament dispersos i donar certes recomanacions al sector agrari sobre temes extesos com oliveres, vinyes, fruiters, cítrics, etc. Si bé és una bona iniciativa, la distància entre mostres fa inviable el seu ús per tractaments localitzats encara que sí aporten una idea general de l'estat de la plaga en l'entorn. També hi ha hagut iniciatives pel reconeixement de parcel·les agrícoles mitjançant la visualització del mapa del territori amb ortofotos realitzades amb satèl·lit, entre aquestes cal destacar la realitzada pel Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació en el seu projecte SIGPAC (podeu veure [SIG05]).

Per una altra banda, la indústria privada no és llunyana a aquestes pràctiques i han incorporat equips per soportar i donar resposta a l'agricultura de precisió, podem citar la marca de maquinaria agrícola John Deere (trobareu exemples en [DEE05]) o New Holland (veure [NEW05]), líders del mercat nacional i internacional. Encara ara queda molt treball per fer fins aconseguir verdaderes plataformes integrades d'informació que ajudin i donin suport a aquest nou tipus d'agricultura del segle XXI. Aquest projecte suposa un pas en aquesta direcció.

Milliores tècniques

El projecte OPENGEO incideix directament en tot el cicle dels tractaments agronòmics descrits en aquesta memòria. Es tracta de millorar els processos de captura, maneig i extracció de l'informació. El pas de l'anotació sobre paper a l'ús d'un fluxe digital ja suposa una millora d'impacte notable en el procés, encara que no és la principal millora tècnica introduïda pel projecte. Així, hem de considerar l'informació recollida en el camp molt valuosa com a base d'actuació, però no com a fi, és per això que els mòduls de visualització adquireixen un relleu major en aquest cas.

L'oportunitat que es proporciona als propietaris de visualitzar les seves finques i mostrar l'informació representada sobre elles és un nou pas a favor de l'aplicació d'aquests tractaments, molts cops discutits pels agricultors al no entendre com es realitzaven els estudis d'impacte que obligaven a tractaments localitzats en zones poc intuïtives al seu entendre.

A nivell intern, l'empresa o institució que proporciona els serveis de monitoreig i tractament de control de plagues, veu com aquesta plataforma li facilita el seu treball enormement, permetent un control automàtic de periodicitats, tenint un sistema d'avisos, predissenyant rutes per anar a recollir les lectures de camp, detectant automàticament en quina finca, parcel·la o trampa es troba més proper en un determinat instant, etc. També s'automatitzen processos que fins ara s'havien de

realitzar de forma assistida com l'extracció d'estadístiques, informes, etc. Tot això arriba, en gran part, pel fet de posseir una plataforma integrada d'informació que cobreix tot el cicle de vida de la mateixa, aquesta és, sens dubte, la millora tècnica més rellevant i de la que es desprenen totes les altres.

1.4 Objectius del projecte

L'objectiu del projecte és dissenyar, implementar i posar en marxa una plataforma integrada de tractament digital de la informació relacionada amb el control ecològic de plagues. Aquesta plataforma consta de tres components principals:

1. Sistema de captura de dades in situ.
2. Sistema central de control i gestió.
3. Sistema de consulta web de la informació.

El sistema per capturar dades in situ es compon de diversos equips mòbils (PDA's) amb els quals es capturarà la posició GPS en que es troba aquest equip permetent georeferenciar les finques i les parcel·les que es tractin així com les trampes que instal·lin dins. També ha de permetre de manera fàcil, àgil i senzilla la captura de la informació desitjada, en concret la lectura periòdica del nombre d'insectes atrapats en cada trampa.

Un cop tinguem aquesta informació en l'oficina s'haurà de volcar tota aquesta informació sobre la base de dades central. Des d'aquest repositori d'informació central és des d'on s'haurà de sincronitzar la informació necessària per poder utilitzar l'aplicatiu mòbil de forma desassistida en el camp de treball.

El sistema central de control i gestió ha de permetre fer el manteniment de la informació centralitzada en la base de dades, com per exemple els clients, les finques, les trampes, etc. També ha de permetre visualitzar mapes de distribució de trampes i de l'impacte de plaga en funció de les dades recollides en el camp i presents en la base de dades. Per altra banda ha de permetre extreure tot tipus d'informació respecte de les dades que s'emmagatzemen, com per exemple informes o estadístiques de finques, parcel·les, clients, etc. A més, com ja hem mencionat anteriorment, permetrà gestionar la sincronització de cadascun dels equips mòbils, transmetent només aquella informació rellevant i recuperant la informació capturada en el camp de treball al tornar a l'oficina.

Finalment, el sistema de consulta web pretén ser un nexa amb els clients, per tant podem parlar de una extranet a la que s'accediria mitjançant un *login* i un *password* i que permeti veure tot

tipus d'informació personalitzada per cada client: estat de les seves finques, mapes d'impacte de plagues actuals, propostes de tractaments, etc. Aquesta, s'afegiria a la pàgina web corporativa existent en l'actualitat donant un clar valor afegit als clients d'OpenNatur.

1.4 Estructura de la Memòria

Després d'haver vist en una introducció com funciona el control ecològic de plagues, quins són els objectius d'aquest projecte i quin és el seu contingut, es veurà com es distribuirà la documentació inclosa en aquesta memòria.

En l'apartat 2 es farà una descripció completa del sistema, la qual es distribuirà en quatre punts: Arquitectura General, Mòdul de Gestió Central, Mòdul de Captures de Dades Mòbil i Mòdul de Consulta Web (Extranet). Cadascun d'aquests apartats descriurà breu però clarament quina és l'arquitectura general del sistema i quina és la funció de cada mòdul.

En l'apartat 3 de la memòria s'explica el Model de Procés MPLu+a, el qual ha estat escencial per la realització del projecte.

A partir d'aquí la memòria es centra en el Mòdul de Consulta Web. En l'apartat 4, i separat en tres subapartats es veurà l'aplicació del model MPLu+a, les tecnologies implicades i altres aspectes rellevants.

Com a últim punt, el 5, es troben les conclusions i futures extensions, que com mostra el títol, s'expressen les opinions que han resultat de la realització del projecte i possibles futures extensions d'aquests per tal de millorar-lo.

Finalment i com en tot treball es troben les referències bibliogràfiques, per consultar les fonts del projecte, i els annexes pertinents.

2. DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA

2.1 Arquitectura General

L'objectiu d'aquest projecte és aconseguir una plataforma integrada d'informació que doni suport als serveis d'enginyeria agrònoma que desenvolupa l'empresa OpenNatur. Per aconseguir un tractament integrat de l'informació s'ha dividit la plataforma en tres components principals que permeten tractar l'informació en tot el seu cicle complet, des d'on es genera fins on ha de ser la base per la presa de decisions i on s'ha de visualitzar convenientment per ser entesa de la forma més fàcil i intuïtiva possible. L'arquitectura final de la plataforma a molt alt nivell es descriu en la figura 2.

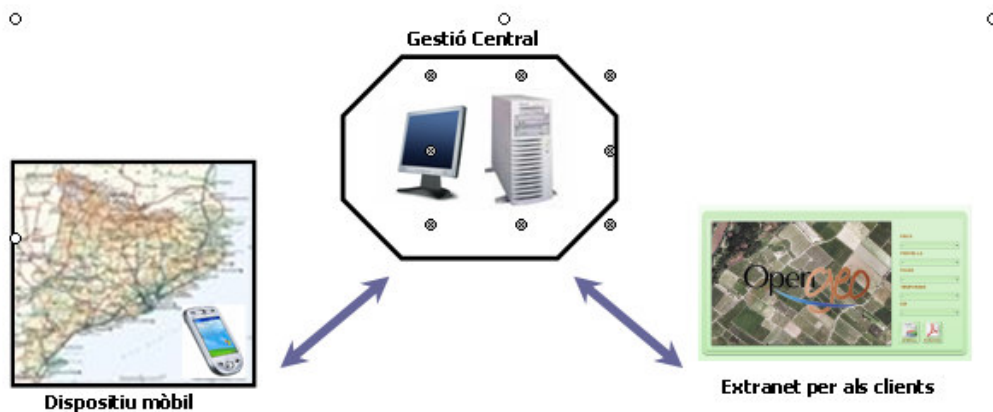


Figura 2.1. Esquema d'alt nivell de l'arquitectura modular proposada.

2.2 Mòdul de Gestió Central.

L'aplicació de gestió central constitueix el nucli del sistema i és des d'on es governen les dades que s'utilitzen en les altres parts de la plataforma. Es tracta, per una banda, d'un aplicatiu de gestió estàndar que permet realitzar el manteniment (altes, baixes i modificacions) de totes les unitats d'informació que intervenen i, per una altra banda permet visualitzar l'informació de forma gràfica per ajudar als tècnics d'OpenNatur a la presa de decisions intel·ligent un cop presentada tota l'informació disponible per cada finca. Per tant, les funcionalitats que ha de satisfer aquest component són les següents:

- Gestió o manteniment dels ítems d'informació necessaris:
 - Informació de clients o propietaris de les finques.
 - Informació de la finca incloent el seu alçament topogràfic amb les captures de la posició del seu perímetre, marc de plantació, etc.
 - Desglossament de la finca en parcel·les rellevants per al seu posterior tractament individualitzat.
 - Informació relativa a les feromones i trampes emprades en els diversos tractaments o serveis proposats per l'empresa incloent les seves possibles incompatibilitats o graus d'efectivitat.
- Gestió de lectures de captures:
 - Programador de freqüències automàtic amb avisos per realitzar les lectures en les dates desitjades.
 - Programador de rutes per una major eficiència del personal que es desplaça al camp.
- Gestió de les dades històriques, amb informes detallats d'evolució en el temps i anàlisi estadístic bàsic.
- Mòdul de visualització, basat en la tecnologia MrSid (podeu veure [LIZ05]) permet veure la finca ressaltada sobre una ortofoto de satèl·lit i permet descriure un gràfic superposat amb la visualització de l'impacte de plaga en funció de les lectures recollides en el camp i del posterior tractament geoestadístic.
- Mòdul d'interconnexió de dades:
 - Establiment de connexions amb els equips mòbils (PDA) que recullen dades in situ.
 - Abocament d'informació necessària, des del servidor de dades als equips mòbils, per realitzar una ruta de captures al camp.
 - Abocament des del dispositiu mòbil al servidor de les dades relatives a les lectures de les captures realitzades en el camp o a l'informació relativa a les parcel·les o les finques.
 - Sincronisme de l'informació entre dispositius de sobretaula i mòbils.

2.3 Mòdul de Captures de Dades Mòbil.

Aquest component és l'element mòbil, l'aplicació s'ha d'instal·lar en un dispositiu de fàcil mobilitat i que permeti la captura de posicions GPS. El dispositiu triat serà una agenda electrònica o PDA. Sobre aquest dispositiu es troben en el mercat diversos models d'extensions per dotar a l'agenda de receptor GPS, i inclús DGPS. A més, existeixen altres ventatges essencials com són l'existència d'entorns de desenvolupament d'aplicacions orientades a objectes en la plataforma escollida o els sistemes avançats d'interconnexió d'aquests equips envers altres equips informàtics de sobretaula, així com la facilitat de desenvolupament d'interfases d'usuari i les capacitats multimèdia i l'evolució constant en posició de predomini dins d'un mercat en alça com és la computació mòbil.

L'aplicació desitjada ha de permetre les següents funcionalitats:

- Tractament de la posició GPS. Es desenvoluparà una llibreria per l'entorn Pocket PC que permeti:
 - Inicialització del receptor.
 - Tractament de nivells d'eficàcia (mitjançant protocol NMEA).
 - Adquisició de la posició.
 - Localització d'elements propers (finques, trampes, etc.) a la posició actual.
 - Avís de pèrdua de la senyal.
- Gestió de propietaris, finques, parcel·les, trampes, etc.:
 - Manteniment de la base de dades de les finques, incloent-hi els seus propietaris i la descripció de les seves parcel·les.
 - Manteniment de les trampes, incloent la seva georeferenciació, inclusió dins d'una parcel·la i/o finca, lectura de les captures d'insectes realitzades, etc.
 - Anotació de l'informació geogràfica i característiques destacables de la parcel·la que permet reconstruir després informàticament el terreny, els arbres o la ubicació dels elements destacables com sèquies de rec pròximes, el marc de plantació, etc.
- Mòdul d'interconnexió de dades:
 - Establiment de connexions amb el servidor de dades.
 - Abocament des del servidor de les dades necessàries per sortir a realitzar una ruta de captures al camp.
 - Abocament des del dispositiu mòbil al servidor de les dades relatives a les lectures de les captures realitzades en el camp.
 - Sincronisme de l'informació entre dispositius de sobretaula i mòbils.

2.4 Mòdul de Consulta Web (Extranet)

Aquest mòdul és la forma escollida per fer arribar l'informació als clients dels serveis d'OpenNatur. Un cop recollida l'informació i gràcies al tractament integrat i majoritàriament automàtic de l'informació, en breus segons, s'estarà en disposició d'oferir l'informació rellevant als clients de l'estat real de la seva finca. A més es mostrarà l'informació d'una forma molt gràfica i fàcilment comprensible, el que portarà a una major comprensió i facilitarà la presa de decisions. Òbviament, en l'era de l'informació, el canal que compleix amb aquestes expectatives no és un altre que Internet.

Per tant, aquest mòdul es descriu com una Extranet, on els clients poden accedir a visualitzar les seves finques com l'última informació que es poseeix actualitzada a l'instant. A continuació es descriu breument les funcionalitats que ha de tenir el mòdul Web:

- Mòdul de visualització, permet veure la finca ressaltada sobre una ortofoto de satèl·lit i permet descriure un gràfic superposat amb la visualització de l'impacte de plaga en funció de les lectures recollides en el camp i del posterior tractament geoestadístic (adaptat a l'entorn web).
- Mòdul de gràfiques, que ens permeten veure l'evolució de l'impacte de plaga en una parcel·la o trampa.
- Gestió d'avisos que transmet al client la millor opció de tractament en funció de l'informació que es poseeix i que es mostra al client per a que entengui per a què s'està recomanant una actuació concreta.
- Gestió de dades històriques, mostrant les dades d'anys o campanyes anteriors en la finca, veient el tractament utilitzat, el resultat que es va obtenir, etc.
- Informes que resumeixen la situació de les parcel·les.

3. MODEL DE PROCÉS MPlu+a

3.1 Mètode de treball

S'utilitzarà un marc metodològic formalitzat, que facilitarà en gran mesura la gestió i el control de l'evolució del projecte. En la següent figura es mostra el cicle iteratiu del projecte software dins del model utilitzat, anomenat Model de Procés de l'Enginyeria de la Usabilitat i de l'Accessibilitat (MPlu+a)[GRA03],[GNO03].

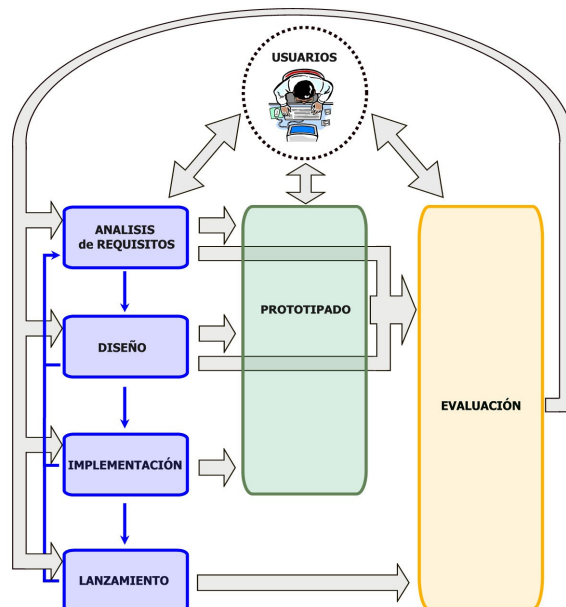


Figura 3.1. Model de Procés MPlu+a

Aquest model és la metodologia proposada pel grup d'investigació en Interacció Persona-Ordinador GRIHO de la Universitat de Lleida el qual ha estat validat amb un nombrós ventall de casos corresponents a implementacions reals tant en la indústria com en la docència i que fins i tot ha estat reconegut com a vàlid per alguns dels més prestigiosos professionals a nivell internacional.

Aquest model de procés que es fonamenta en la disciplina de la Interacció Persona-Ordinador (IPO) i també en l'Enginyeria del Software proporciona la manera de procedir organitzadament per aconseguir usabilitat en el disseny d'interfícies d'usuari durant el desenvolupament d'un sistema interactiu, tractant-se d'una matèria que és, com resultat de ser una conseqüència de la IPO, multidisciplinar que té les seves arrels en altres disciplines bàsiques (psicologia cognitiva, psicologia experimental, etnografia, disseny gràfic, etc.). El gràfic anterior resumeix el model de procés MPlu+a éssent les següents les principals característiques que el defineixen:

- És tecnològicament independent (s'adequa a qualsevol canvi tant tecnològic com de paradigma)
- És aplicable a tot tipus de projectes, independentment de la seva classe i envergadura
- S'adapta als diferents models mentals dels integrants dels equips multidisciplinaris
- És molt simple
- Segueix els principis del Disseny Centrat en l'Usuari
- Fomenta el desenvolupament de sistemes evolutius: iteratiu i incremental
- Integra la metodologia i els formalismes necessaris de l'Enginyeria del Software amb la de la Usabilitat
- Integra alhora l'Accessibilitat com component fonamental de tot el procés, i
- És consistent amb els estàndars de qualitat relacionats.

El model de procés està organitzat en una sèrie de fases que repetidament es van realitzant, essent el prototipat i l'avaluació dues fases claus d'aquesta manera de procedir.

Si es parteix de la premissa que un objectiu principal del projecte és millorar les interfícies que els dispositius ofereixen a les persones per a que siguin capaces d'interactuar amb ells de manera fàcil, efectiva i eficient, clarament es deduirà l'enorme importància que té aplicar les tècniques de l'Enginyeria de la Usabilitat a tan singular projecte.

L'aplicació repetida i sistemàtica de les tècniques de prototipat i la seva posterior avaluació amb usuari representatiu i implicats en el sistema ens conduirà a resultats tan sorprenents que no es poden aconseguir seguint tan sols les tècniques de l'Enginyeria del Software.

El Model que pretenem aplicar és, evidentment, MPlu+a ja que és el que millor es coneix i el que més cops s'ha aplicat. Al ser a més un model adaptable a qualsevol tipus de tecnologia i de

paradigma ho fa especialment indicat per al projecte per al qual s'està proposant. Dins del cicle de vida iteratiu emprat que inclou aquesta proposta es desglossen a continuació una sèrie d'etapes en que es dividirà l'execució del projecte:

- Planificació inicial: estimació de costos de desenvolupament, assignació inicial de persones o perfils necessaris i l'establiment de fites i objectius intermitjos del projecte.

A la fi d'aquesta fase comença una aproximació iterativa i evolutiva composta per quatre etapes:

- Especificació dels requisits: Sessions de treball per establir els requisits del treball. Participants: investigador principal, experts en el domini, representants d'usuaris finals, components de l'equip de desenvolupament. L'investigador principal efectuarà un anàlisi de possibles riscos de la iteració i establirà accions correctores i preventives.
- Anàlisi i disseny: anàlisi de requisits i funcionalitats del projecte, establiment de casos d'ús que requereixen implementació. Es realitzarà el disseny de l'arquitectura del sistema, de les interfícies d'usuari, interfícies entre els diferents mòduls i del pla de proves que acompanyarà tot desenvolupament en les fases d'implementació i pilotatge.
- Implementació: en cada iteració es seleccionen els casos d'ús i les seves funcionalitats associades per a ser implementades, es realitzarà la codificació i proves unitàries i d'integració.
- Test o pilotatge. Execució de proves d'acceptació amb usuaris i experts en usabilitat.

Per donar suport a aquesta metodologia s'estableixen mecanismes que faciliten l'evolució del projecte i garanteixen la qualitat i el compliment de les fites i objectius establerts.

- Gestió del projecte i avaluació de la planificació: l'investigador principal supervisarà totes les etapes del cicle de vida. En cada iteració s'efectuarà un anàlisi de riscos i s'avaluarà la planificació amb l'objectiu de corregir possibles desviacions i previndre despeses innecessàries o excepcionals en recursos.
- Control de qualitat continu: es monitoritzarà la qualitat dels desenvolupaments mitjançant un sistema de control de qualitat disposat durant tot el cicle de vida. Els enginyers de control de qualitat de software estàn a càrrec de que els procediments de codificació i integració siguin els adequats, i de que cada funcionalitat implementada s'ajusti a les especificacions establertes. A més, es controlen els aspectes de rendiment, usabilitat i documentació del software produït. Existeixen eines de suport a la gestió d'errors i incidències detectats en les fases de proves.

3.2 Model de Procés de l'Enginyeria de la Usabilitat i l'Accessibilitat

Una de les principals causes per a no incloure l'enginyeria de factors humans o Enginyeria d'Usabilitat en els tradicionals models de desenvolupament de software és la complexitat que existeix per unir les activitats que tenen lloc en aquestes dues disciplines.

Habitualment es pot atorgar poca importància als usuaris en els models de desenvolupament de software, ja que típicament la figura d'usuari exclusivament apareix al principi del desenvolupament (Enginyeria de Requeriments), al final del mateix o al final de cada etapa, però no durant el procés de desenvolupament.

Com a contribució per a canviar això, el Model de Procés de l'Enginyeria de la Usabilitat especifica una metodologia que guia a l'equip de desenvolupament d'aplicacions interactives amb alts nivells d'usabilitat.

El model MPlu+a té els seus ciments per una banda en l'Enginyeria del Software (IS) i per altra banda en la disciplina de la Interacció Persona–Ordinador, la qual contribueix - entre altres coses - amb tota una sòlida base de coneixement i un conjunt de tècniques i experiències conegudes per al disseny de interfícies centrades en els seus usuaris. Pretén ser una eina de treball per ajudar metodològicament als equips de desenvolupament. No especifica ni l'ús d'un determinat llenguatge de programació, ni cap tecnologia específica, ni cap factor que pugui determinar l'aplicació, sino tot el contrari, està pensat per tot tipus d'aplicacions i tecnologies – actuals i futures -, en definitiva, és independent dels dispositius i la tecnologia.

3.3 Esquema del Model

Un mètode basat en la usabilitat ha de disposar d'un esquema clar i consistent, que permeti veure clarament a l'usuari d'aquest mètode i que serveixi com a guia en tot moment per saber en quina fase del desenvolupament es troba i quines possibilitats es tenen a partir de la fase actual de continuar el seu desenvolupament.

El model, a més, no és extens ni té molts nodes i ramificacions, que podrien provocar desconcert per al desenvolupador, sinó que mostra una idea el més clara possible del significat de tot el procés a primera vista.

L'esquema es troba organitzat sobre la base d'una sèrie de mòduls o nodes que determinen la fase de desenvolupament en que ens trobem i dona una idea de les pautes a seguir durant el disseny d'un sistema interactiu (veieu figura3). L'objectiu del Model de Procés és aconseguir unificar

el model clàssic del desenvolupament de l'Enginyeria del Software amb els principis bàsics de l'Enginyeria de la Usabilitat. L'esquema reflecteix clarament, amb una codificació en colors, els pilars bàsics d'aquest model:

- Enginyeria del Software clàssic representada en la columna blava de la Esquerra i que mostra la integració de l'Enginyeria de la Usabilitat amb aquesta disciplina, ja que apareixen les quatre fases principals del model de procés clàssic: anàlisi, disseny, implementació i instal·lació.
- El prototipat, columna verda del centre, com a metodologia que engloba tècniques que permetran la posterior fase d'avaluació.
- L'avaluació, codificada en groc a la dreta, que engloba i categoritza els mètodes d'avaluació existents.

Des del primer cop de vista a l'esquema queda clar que és un procés de disseny centrat en l'usuari. Això es reflecteix col·locant-lo en la part central i per sobre de la resta de nodes de tot el Model de Procés.

En tot el procés de desenvolupament de software existeix una fase més o menys important en la qual, a base d'una sèrie de repeticions, es passa d'una aproximació de la solució ideal a la solució definitiva. Aquest procés de repetició en l'Enginyeria clàssica del software es produeix en una fase posterior que l'Enginyeria de la Usabilitat, i acostuma a ser més costosa en quant a recursos i temps emprats.

- Les fletxes de l'esquema especifiquen els sentits possibles del fluxe d'avanç en el desenvolupament del sistema.
- Les fletxes blaves, més petites, es corresponen amb el model clàssic, i les de color gris, més grans, indiquen quan intervé l'usuari, és a dir, es corresponen amb el model centrat en l'usuari.

Podem observar també que el model no segueix un sentit lineal ni restrictiu. Això es deu a que és el dissenyador juntament amb els requisits de desenvolupament els que marcaran quantes interaccions són necessàries.

3.3 Anàlisi de tasques

En aquesta fase es formula el problema de disseny: es determina l'audiència i les plataformes destí, les metes dels usuaris i els requisits tècnics, així com les necessitats dels usuaris i els requisits d'usabilitat. Suposa determinar, numerar i classificar totes les característiques, capacitats i restriccions que ha de complir i a les que es veurà sotmès. Els requisits acostumen a estar enfocats en què farà el sistema i no en com ha de fer-ho.

Aquesta fase és tan inmensament crítica i important, que d'ella en dependrà la bona continuació del projecte. Repercuteix directament en la disminució del nombre d'iteracions necessàries per aconseguir el procés global i, en conseqüència, disminuirà el cost del desenvolupament tant en temps com en recursos. A més a més, si els requisits no es defineixen correctament, el client pot crear-se falses expectatives sobre el producte i finalment quedar insatisfet amb el resultat.

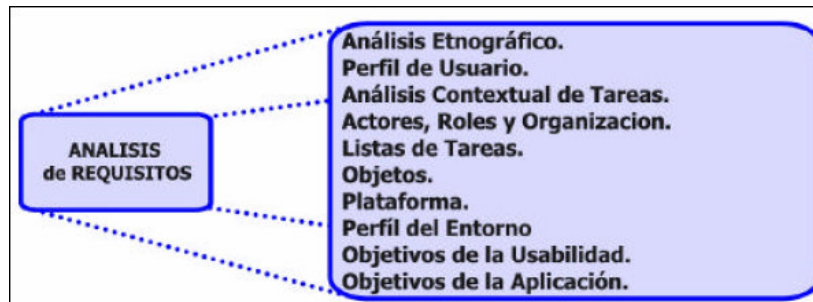


Figura 3.2. Fase d'Anàlisi de Requisits

Els mètodes d'avaluació més comuns en aquesta fase són l'anàlisi competitiu, les entrevistes amb els usuaris i les enquestes. Es pot deduir que serà impossible determinar tots aquests objectius en una primera fase o estudi del client, degut, en part, a que els clients no són capaços d'apreciar les seves necessitats completes fins que no puguin veure o interactuar amb les opcions disponibles.

3.4 Disseny Conceptual

En la fase de disseny conceptual, s'ha d'arribar a una idea clara de com serà la interfície d'usuari i les relacions amb aquesta per desenvolupar les especificacions funcionals que serveixin de guia al disseny posterior. La interfície determinarà en gran mesura la percepció que el usuari tindrà de l'aplicació.

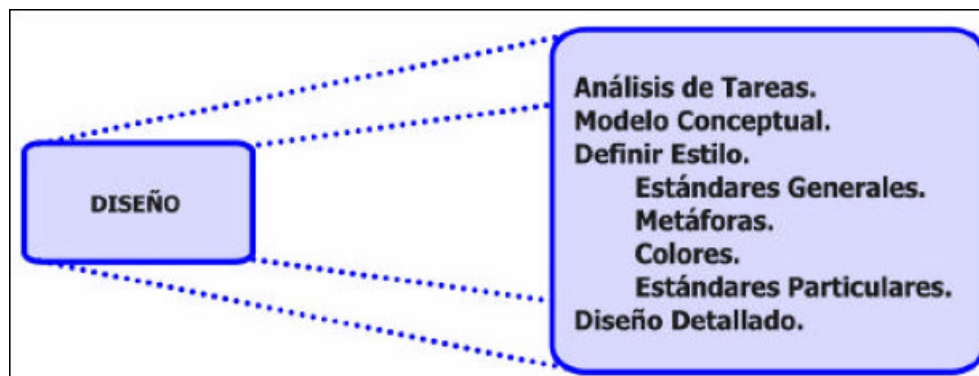


Figura 3.3. Fase de Disseny

Cada tipus d'interfície té les seves propies particularitats del seu camp d'aplicació. Són especificacions que s'han de considerar en el moment de crear i implementar els prototips. No obstant, s'han de tenir presents en l'etapa de disseny perquè poden afectar a les funcionalitats de la interfície i poden venir determinades pels requisits del sistema a desenvolupar.

Mètodes típics de disseny inclouen els Casos d'Ús, Anàlisi de Tasques i l'Arquitectura de la Informació (AI), que “es refereix al disseny, organització, etiquetat, navegació i sistemes de búsqueda que ajuden als usuaris a trobar i gestionar la informació de manera efectiva.”

3.5 Prototipat

Els prototips són documents, dissenys o sistemes que simulen o tenen implementades parts del sistema final a desenvolupar. Els prototips són crucials per dissenyar una bona aplicació, faciliten la planificació del procés de creació, redueixen el cost de les avaluacions, augmenten la seva efectivitat i eviten greus errors en el disseny.

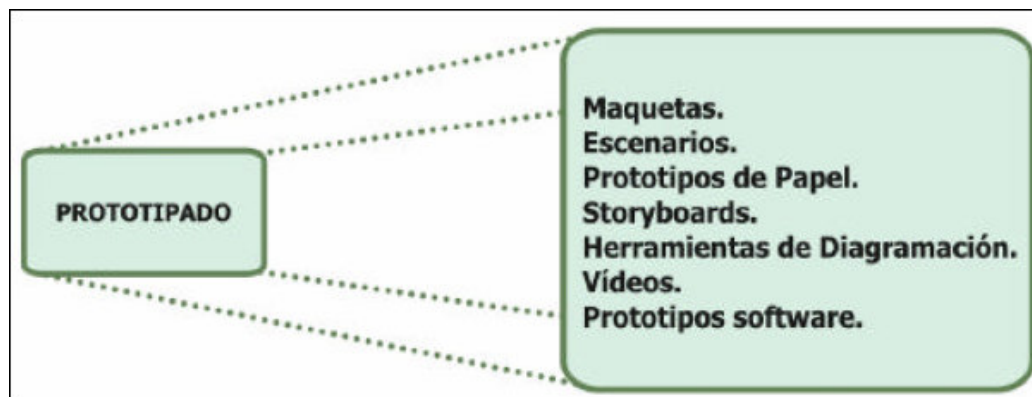


Figura 3.4. Fase de Prototipat

Només el propòsit de crear aquests prototips és donar l'oportunitat d'avaluar el disseny prematurament. L'objectiu és produir aquests prototips ràpidament i avaluar-los eficaçment per a que puguin ser refinats, elaborats i reavaluats abans del producte final. Entre els mètodes comuns d'avaluació en aquesta fase inclouen els test amb els usuaris i els *focus groups*.

3.6 Avaluació

En cada fase de desenvolupament, es necessita algun tipus de realimentació del possible sistema, ja que volem identificar tan ràpidament com sigui possible quan el procés de disseny es desvia cap a un mal camí.

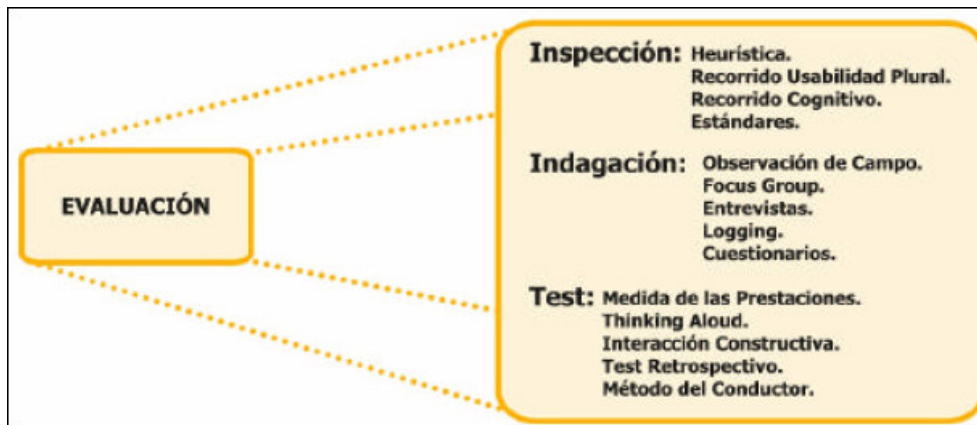


Figura 3.5. Fase d'Avaluació

3.7 Implementació

En la fase d'implementació o producció, es crearà el producte final. Arribats a aquest punt és quan s'ha de començar a programar, la qual cosa implica haver escollit el o els llenguatges de programació que millor s'adaptin al nostre projecte, les bases de dades corresponents que es precisin, la tecnologia que garanteix l'èxit, etc. Es desenvolupen els gràfics i textos definitius i l'aplicació ha de ser codificada.

Aquesta etapa correspon exactament a la que es descriuria en l'Enginyeria del Software clàssica, ja que l'Enginyeria de la Usabilitat no tracta de com programar un producte interactiu, sinó de la metodologia per aconseguir un producte usable.

3.8 Llançament

Finalment, el producte es llença i es fa disponible al públic. La fase de llançament de tot projecte, sigui interactiu o d'una altra mena, acostuma a ser una de les més crítiques de tot el procés. És el moment en que es veuen concretades en major o menor grau les expectatives posades en el producte. De totes formes s'ha d'indicar que la percepció que l'usuari final del producte té un pes específic enorme a l'hora d'indicar si el producte serà acceptat o no.

Resumint, podem indicar que l'èxit total del producte dependrà de dos factors molt importants:

- Per una banda que l'usuari es senti còmode amb el sistema. Entenent com a sentir-se còmode el que no li dongui errors, que no li resulti complicat utilitzar-lo, que recordi fàcilment on estàn les diferents opcions i les seves funcionalitats, etc.
- Per altra banda que els responsables obtinguin els resultats esperats. El cicle de vida de l'Enginyeria de la Usabilitat assegura que ambdòs aspectes es vegin satisfets ja que:
 - El disseny s'ha fet en base i per als usuaris, fent-los partíceps del mateix s'aconsegueix un efecte doble, per un costat com se senten responsables en part del disseny no trobaràn motius per criticar-lo, i per un altre costat ha estat avaluat per ells, no els suposarà una gran càrrega cognitiva ni d'aprenentatge.
 - Com tot producte software, desenvolupat pels mètodes clàssics, l'avaluació funcional és lo primer que es té en compte i no es dona per bo si no es compleixen les seves especificacions.

Per això podem veure que en aquesta fase el factor més important és el que s'acostuma a conèixer com *User Feedback* ("reacció o realimentació de l'usuari").

Un cop el producte ha estat instal·lat i posat en explotació durant un cert període – denominat habitualment com fase de proves, es recull el que s'anomena el *feedback* de l'usuari, o sigui les impressions, aspectes a millorar, defectes, etc.

A partir d'aquestes impressions es fan millores i retocs que es creguin oportunes, deixant el producte novament en fase de testeig per part de l'usuari fins a tenir una satisfacció total.

Podriem pensar que com el sistema s'ha desenvolupat seguint el model de procés centrat en l'usuari aquesta etapa hauria de ser innecessària a aquest nivell del model, però tenim quatre bones raons per a que haguem de tenir en compte aquest factor:

- Proporcionar una entrada per al manteniment i possibles millores del producte.
- Proporcionar una entrada per la implementació de futures revisions del producte.
- Proporcionar una entrada per al disseny i desenvolupament de productes relacionats que seràn utilitzats pels mateixos usuaris o de característiques similars.
- Incrementar l'autoaprenentatge en quant a la usabilitat (tota nova experiència suposa un increment en quant a coneixements ja siguin nous o millores de els dos ja adquirits).

4. MÒDUL DE CONSULTA WEB

4.1 Cronograma.

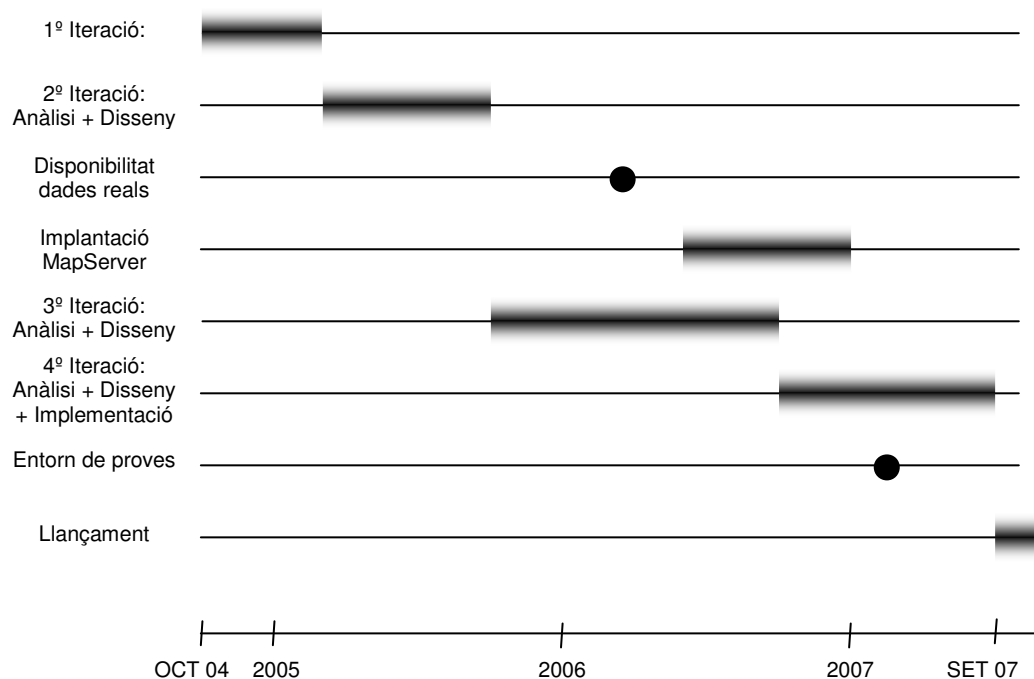


Figura 4.1. Cronograma

En el cronograma es veuen representades les diferents iteracions en el model de procés centrat en l'usuari. També s'han indicat els moments de tasques dutes a terme per l'informàtic de la empresa Opennatur com són la disponibilitat de suficients registres de lectures en la base de dades, la implantació del MapServer i la preparació d'un entorn de proves adequat, totes elles necessàries per a la realització del projecte.

4.2 Aplicació del MPlu+a

Amb l'objectiu de mostrar l'evolució que ha tingut el projecte respecte al Model de Procés, veurem les diferents iteracions que s'han realitzat.

1ª Iteració: Anàlisi de Requisits

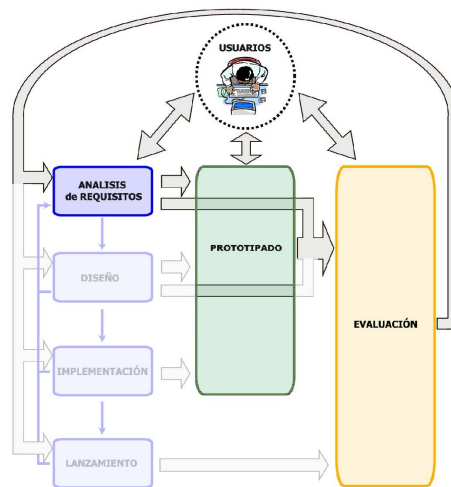


Figura 4.2. 1ª iteració

El primer pas en tot projecte de software és fer un anàlisi dels requisits. Així doncs, es porta a terme una primera reunió dels integrants del projecte amb l'encarregat i alguns dels treballadors de l'empresa Opennatur.

A partir d'aquesta trobada, s'estableixen els requisits generals dels diferents mòduls de l'aplicació. Pel que fa al mòdul de Consulta Web, n'obtenim una primera llista amb la qual començar a treballar:

- Consultar gràfiques de pressió de la plaga en una finca, que ens permeten fer-nos una idea de la distribució geogràfica d'una plaga, així com de la seva intensitat en un moment determinat.
- Consultar gràfiques d'evolució de la plaga, es tracta de gràfiques de línies on es pot veure l'evolució de la plaga en el temps d'una parcel·la determinada.
- Visualització d'avisos, que permeten la comunicació entre l'empresa Opennatur i els seus clients, mitjançant recomanacions o advertències a partir de les lectures obtingudes.
- Impressió d'informes relatius a les finques dels clients, que contenen gràfiques de pressió, gràfiques d'evolució i els avisos, relatius a una lectura.

Un cop tenim els requisits generals tant del mòdul de Consulta Web com dels altres mòduls, ens reunim per tal d'establir el model de dades, que serà comú a totes les parts que formen el projecte. Així obtenim una primera versió de la base de dades, que és la següent:

BASE DE DADES (projecte OPENGEO)

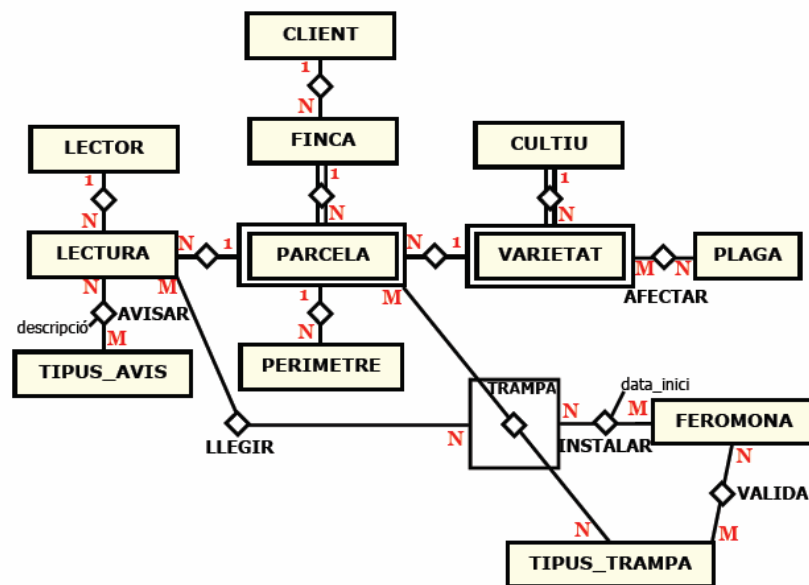


Figura 4.3. 1ª versió BB.DD.

Finca(idfinca, nom, adreça, cp, població, provincia, país, idpropietari, extensió, unitats_mesura, numparceles, observacions)

Parcela(idfinca, idparcela, idvarietat, idcultiu, extensió, unitats_mesura, centreGPSx, centreGPSy, marc_plantació, separació_rencs, observacions)

Perimetre(idfinca, idparcela, nummostra, UTMx, UTM_y)

Tipus Trampa(idtipus, nom, descripció)

Feromona(idferomona, nom, descripció, durada)

Trampa(idtrampa, idfinca, idparcela, idtipus, UTMx, UTM_y, dia_inici, estat)

Instalar(idtrampa, idferomona, dia_inici)

Valida(idferomona, idtipus, observacions)

Tipus Avis(idavis, nom, descripció)

Lectura(idlectura, idfinca, idparcela, idlector, dia_inici, dia_fi, completada, temporada)

Avisar(idavis, idlectura, observacions)

Cultiu(idcultiu, nom, descripció)

Varietat(idcultiu, idvarietat, nom, descripció)

Plaga(idplaga, nom, descripció)

Afectar(idplaga, idcultiu, idvarietat)

Llegir(idtrampa, idlectura, nummosques, data, hora)

Client(idclient, DNI, nom, cognom1, cognom2, alias, adreça, cp, població, provincia, pais, telefon1, telefon2, email, login, password)

Lector(idlector, DNI, nom, cognom1, cognom2, alias, adreça, cp, població, provincia, pais, telefon1, telefon2, email, login, password, passwordPDA)

Ara podem realitzar un **diagrama de casos d'ús** a partir dels requisits generals als que hem arribat:

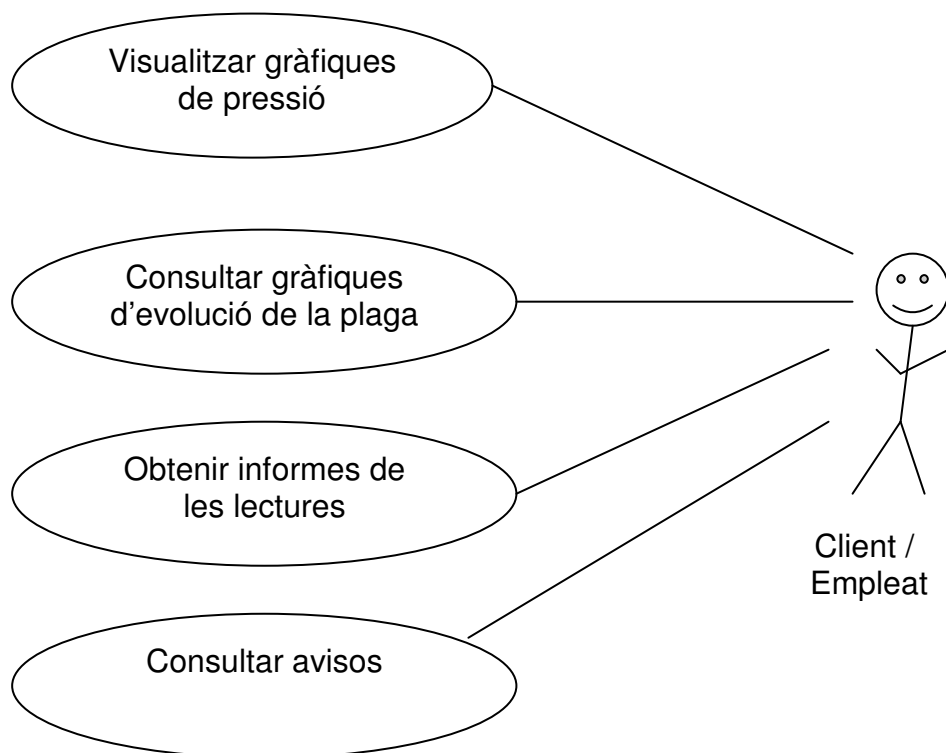


Figura 4.4. Diagrama casos d'ús

Els actors dels casos d'ús són els clients i els treballadors d'Opennatur. Tots dos tenen les mateixes funcionalitats, si bé els clients tenen limitades les finques visibles, mentre que els treballadors de l'empresa poden veure totes les finques disponibles.

Es decideix fer el primer prototip en paper, ja que és menys costós de realitzar i modificar.

Aquí mostrem un parell d'imatges del prototip de paper, que es pot veure complet en l'ANNEX 1.

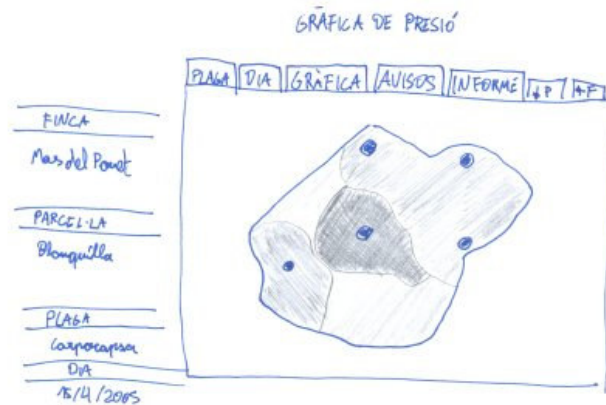


Figura 4.5. Prototip de paper - gràfica de pressió

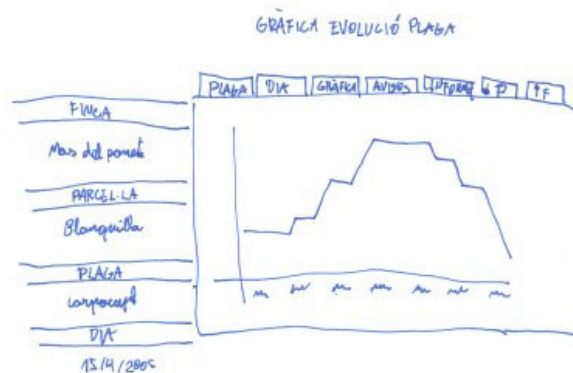


Figura 4.6. Prototip de paper - gràfica d'evolució de plaga

Un cop realitzat el prototip en paper, procedim a fer-ne una avaluació per tal de detectar errors i mancances en el disseny. El mètode utilitzat és el test amb els usuaris.

A partir d'aquesta avaluació, es detecta un nou cas d'ús no contemplat inicialment. Es creu interessant la possibilitat de consultar gràfiques de línies per trampa, que mostrin la evolució que una plaga ha tingut en una trampa en concret.

Pel que fa al model de dades es fa un parell de correccions, que són les següents:

- A la taula **Parcela** s'afegeixen els camps *poligon* i *numparcela*
- A la taula **Llegir** es canvia el camp *nummosques* per *numinsectes*

2ª Iteració: Anàlisi de Requisits + Disseny

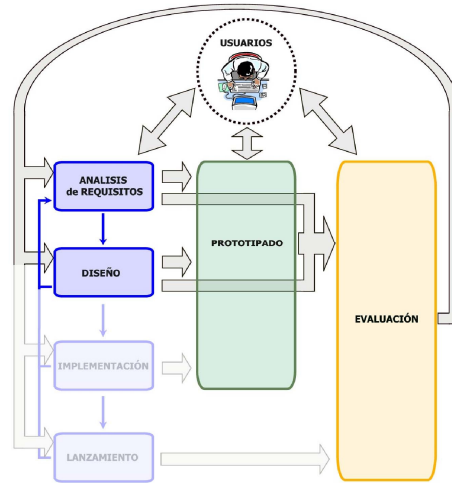


Figura 4.6. 2ª iteració

El següent pas és realitzar un prototip de software basant-nos en el prototip de paper i les correccions obtingudes en la seva avaluació.

El prototip es realitza en HTML + Javascript. Aquí es poden veure unes captures de pantalla:



Figura 4.7. Prototip DHTML; sel·lecció finca

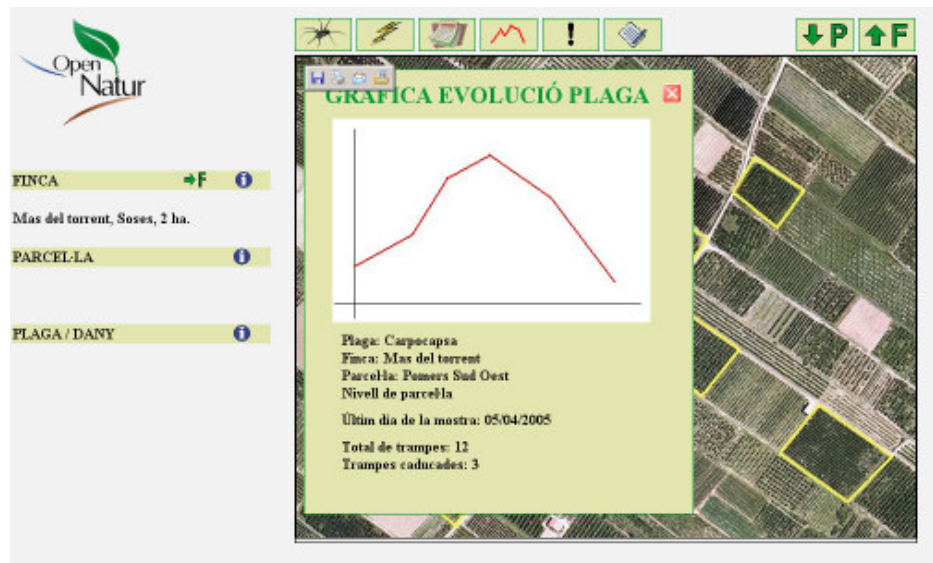


Figura 4.8. Prototip DHTML; gràfica evolució plaga

Realitzem una entrevista amb alguns dels treballadors d'Opennatur, i a partir del prototip es concreten alguns dels aspectes de la gràfica de pressió sobre els mapes i les gràfiques de línies d'evolució de la plaga en una parcel·la.

La solució òptima a la gràfica de pressió seria una capa de tipus geòdesic calculada a partir de les captures per dia obtingudes.

Pel que fa a les gràfiques de línies, s'especifica com ha de ser el procés mitjançant el qual s'obté el resultat final, a partir de les lectures d'insectes de la base de dades. Aquestes gràfiques mostraran la quantitat d'insectes recollits per setmana. El fet de no disposar sempre de lectures setmanals en alguns casos, ens obliga a realitzar una ponderació de les captures per obtenir finalment als insectes per setmana.

Es fa una nova revisió de la base de dades. Per una banda s'afegeixen les taules temporada i cicle, per tal de facilitar la gestió de les lectures de diferents anys.

A més a més s'afegeixen les taules DANYS, VALORS_DANYS i TIPUS D'ANY, a petició dels responsables d'Opennatur, per tal de controlar en un futur una sèrie de fenòmens com són les pedregades o les gelades en una parcel·la. Aquest control es faria de forma similar a les plagues, on enlloc de trampes d'insectes tindríem diferents punts de mesura, on es realitzarien lectures dels danys.

Així doncs, amb aquestes modificacions, l'esquema de la base de dades seria el següent:

BASE DE DADES (projecte OPENGEO)

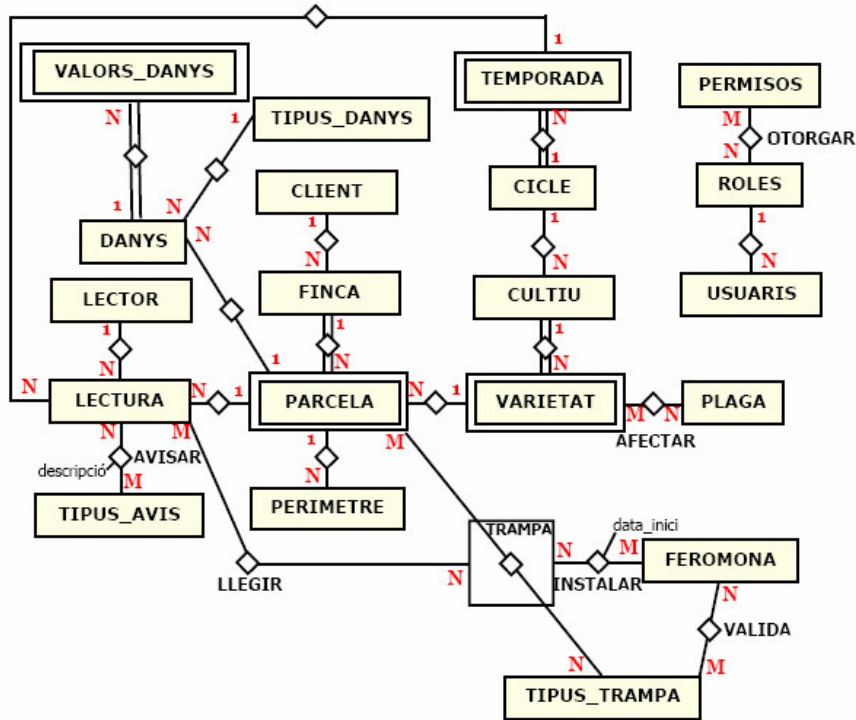


Figura 4.9. 2ª versió BB.DD.

Finca(idfinca, nom, adreça, cp, població, província, país, idpropietari, extensió, unitats_mesura, numparcelles, observacions)

El camp *idpropietari* fa referència al camp *idclient* de la taula *Client*.

Parcela(idfinca, idparcela, idvarietat, idcultiu, formació, extensió, unitats_mesura, centreGPSx, centreGPSy, marc_plantació, separació_rencs, n_rencs, observacions, polígon, numparcela)

El camp *idfinca* fa referència al camp *idfinca* de la taula *Finca*.

Els camps *idvarietat*, *idcultiu* fan referència als camps *idvarietat*, *idcultiu* de la taula *Varietat*.

Perímetre(idfinca, idparcela, nummostra, UTMx, UTM_y)

Els camps *idfinca*, *idparcela* fan referència als camps *idfinca*, *idparcela* de la taula *Parcela*.

Tipus_Trampa(idtipus, nom, descripció)

Feromona(idferomona, nom, descripció, durada)

Trampa(idtrampa, idfinca, idparcela, idtipus, UTMx, UTM_y, dia_inici, estat)

El camp *idtipus* fa referència al camp *idtipus* de la taula *Tipus_Trampa*.

Els camps *idfinca*, *idparcela* fan referència als camps *idfinca*, *idparcela* de la taula *Parcela*.

Instalar(idtrampa, idferomona, dia_inici)

El camp *idtrampa* fa referència al camp *idtrampa* de la taula *Trampa*.

El camp *idferomona* fa referència al camp *idferomona* de la taula *Feromona*.

Valida(idferomona, idtipus, observacions)

El camp *idtipus* fa referència al camp *idtipus* de la taula *Tipus_Trampa*.

El camp *idferomona* fa referència al camp *idferomona* de la taula *Feromona*.

Tipus_Avis(idavis, nom, descripció)

Lectura(idlectura, idfinca, idparcela, idlector, dia_inici, dia_fi, completada, cicle, temporada)

El camp *idlector* fa referència al camp *idlector* de la taula *Lector*.

Els camps *idfinca*, *idparcela* fan referència als camps *idfinca*, *idparcela* de la taula *Parcela*.

Els camps *cicle*, *temporada* fan referència als camps *idcicle*, *idtemporada* de la taula *Temporada*.

Avisar(idavis, idlectura, observacions)

El camp *idavis* fa referència al camp *idavis* de la taula *Tipus_Avis*.

El camp *idlectura* fa referència al camp *idlectura* de la taula *Lectura*.

Cultiu(idcultiu, nom, descripció)

Varietat(idcultiu, idvarietat, nom, descripció)

El camp *idcultiu* fa referència al camp *idcultiu* de la taula *Cultiu*.

Plaga(idplaga, nom, descripció)

Afectar(idplaga, idcultiu, idvarietat)

El camp *idplaga* fa referència al camp *idplaga* de la taula *Plaga*.

Els camps *idcultiu*, *idvarietat* fan referència als camps *idcultiu*, *idvarietat* de la taula *Varietat*.

Llegir(idtrampa, idlectura, insecte_masclle, insecte_femella, data, hora)

El camp *idtrampa* fa referència al camp *idtrampa* de la taula *Trampa*.

El camp *idlectura* fa referència al camp *idlectura* de la taula *Lectura*.

Client(idclient, DNI, nom, cognom1, cognom2, alias, adreça, cp, població, provincia, pais, telefon1, telefon2, email, login, password)

Lector(idlector, DNI, nom, cognom1, cognom2, alias, adreça, cp, població, provincia, pais, telefon1, telefon2, email, login, password, passwordPDA)

Cicle(idcicle, descripcio, mes_inici, mes_fi)

Temporada(idtemporada, idcicle, any, numero)

El camp *idcicle* fa referència al camp *idcicle* de la taula *Cicle*.

Tipus_Danys(idtipus, nom, descripcio)

Danys(iddany, idtipus, idfinca, idparcela, descripcio)

El camp *idtipus* fa referència al camp *idtipus* de la taula *Tipus_Danys*.

Els camps *idfinca*, *idparcela* fan referència als camps *idfinca*, *idparcela* de la taula *Parcela*.

Valors_Danys(idvalor, iddany, posx, posy, llegits, danyats, percentatge)

El camp *iddany* fa referència al camp *iddany* de la taula *Danys*.

Permisos(idpermisos, nom, descripcio)

Roles(idrole, nom, descripcio)

Usuaris(idusuari, role, nom, login, password)

El camp *role* fa referència al camp *idrole* de la taula *Roles*.

Otorgar(idrole, idpermis)

El camp *idrole* fa referència al camp *idrole* de la taula *Roles*.

Ara toca plantejar-se alguns aspectes de l'arquitectura de l'aplicació. En un primer moment, la idea és treballar amb la tecnologia MrSid per a la visualització de mapes. Malauradament, ens trobem amb algunes dificultats, com la instal·lació de la tecnologia en la plataforma Linux i que es tracta d'una tecnologia d'un preu elevat. Així de moment es decideix que els mapes estaran en fitxers, encara que es tracti d'una solució provisional.

Després d'estudiar algunes alternatives pel que fa a la interfície, s'opta per utilitzar la tecnologia SVG, doncs sembla una tecnologia adient per realitzar les capes de representació de plaga damunt dels mapes.

Així doncs es realitza el següent esquema pel que fa a l'arquitectura de l'aplicatiu :

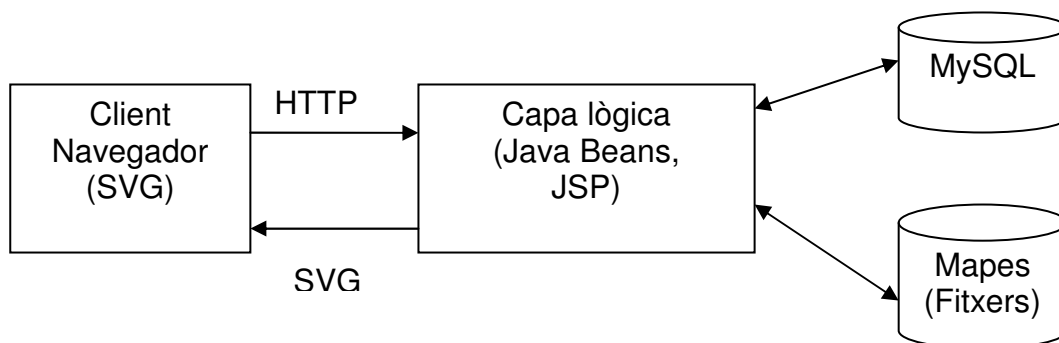
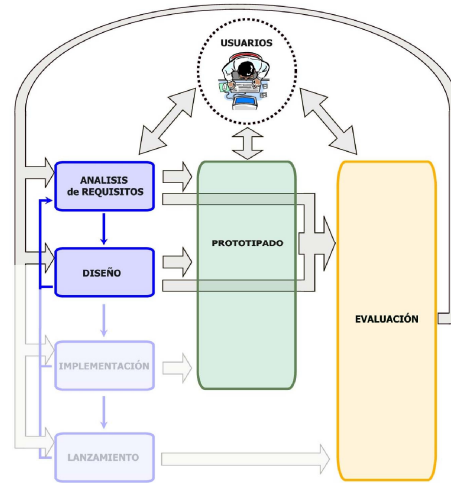


Figura 4.10. Esquema aplicatiu inicial

3ª Iteració: Anàlisi de Requisits + Disseny**Figura 4.11.** 3º iteració

El següent pas és construir un altre prototip software, aquest cop amb SVG, que ens servirà en part per avaluar aquesta tecnologia. Es fa prenent com a mostra el prototip anterior i les correccions indicades. Aquest nou prototip ja incorpora un altre dels requeriments inicials, com és el de la consulta dels avisos.

Es comencen a fer proves amb la implementació de la gràfica de pressió. L'objectiu és aconseguir que a partir d'un mapa d'una parcel·la i accedint a les lectures de les captures d'insectes a la base de dades, poder dibuixar una capa sobre el mapa que representi l'impacte de la plaga.

Aquí mostrem unes captures de pantalla de dos dels casos d'ús de l'aplicació, el de la gràfica de pressió i el de lectura per trampa.

**Figura 4.12.** Prototip SVG - gràfica de pressió

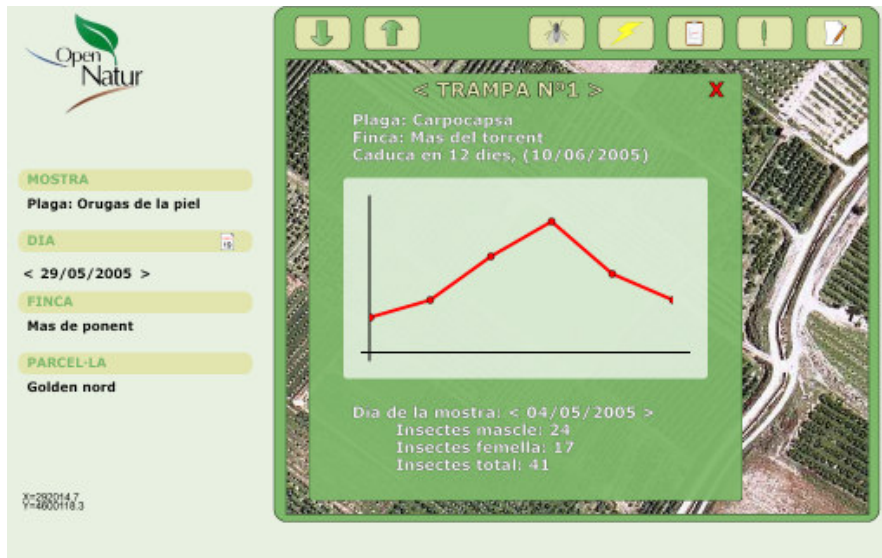


Figura 4.13. Prototip SVG - gràfica de captures d'una trampa

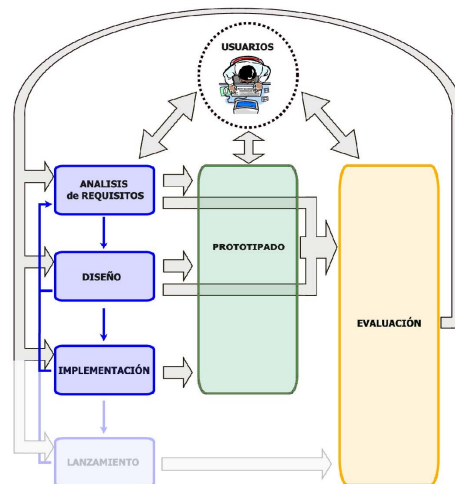
En la següent reunió amb els usuaris, es mostra el prototip per tal d'avaluar-lo. Es torna a parlar de la gestió d'avisos i es considera que s'haurien de mostrar per parcel·la. Pel que fa al tema de la gràfica de pressió de les plagues, la solució presentada es considera que és tant sols una aproximació a la sol·lució òptima, que serien les línies geodèsiques.

Per altra banda es decideix que la selecció de finca no es farà de forma visual com en un primer moment s'havia pensat, ja que és costós d'implementar i del tot prescindible.

A més a més s'estima que tant la gràfica de pressió com la gràfica de línies d'evolució de plaga, es realitzaran sempre per parcel·la i no per finca, ja que és per parcel·la com es fan les lectures, i la visió de conjunt que ofereix la visualització per finca en la majoria de casos no ens aporta gaire informació, sobretot quan les diferents parcel·les de les finques estan allunyades geogràficament.

Sobre els informes que generarà l'aplicació, es decideix que aquests constaran de la gràfica de pressió en una data seleccionada, així com la gràfica de línies d'evolució de la plaga i dels avisos corresponents.

També en aquesta reunió, es detecta un nou cas d'ús pel que fa a la consulta de les gràfiques de línies de les parcel·les. En el cas de disposar de lectures de diferents temporades per una mateixa parcel·la, es troba interessant la possibilitat de mostrar-les en una mateixa gràfica, per tal de facilitar-ne la comparació de la evolució d'una plaga en diferents anys.

4ª Iteració: Anàlisi de Requisits + Disseny + Implementació**Figura 4.14.** 4ª iteració

En aquest moment, tenint en compte la difícil gestió dels mapes que comportaria la implementació actual amb fixers, s'acaba decidint que s'utilitzarà la tecnologia MapServer, que permet una major facilitat en el maneig dels mapes. La posada en marxa d'aquesta tecnologia es duta a terme per l'informàtic de l'empresa Opennatur.

A partir d'aquest canvi, es decideix abandonar la tecnologia SVG com a solució a la implementació de la interfície d'usuari. Els motius són la dificultat que comporta la seva programació, deguda a un entorn de desenvolupament incòmode i a la falta d'exemples, a més a més de la falta de suport del plugin principal en SVG per part d'Adobe, sobretot a partir de l'adquisició de Macromedia.

Es decideix provar amb OpenLaszlo, una plataforma de codi obert per a fer aplicacions Web. Es comença a realitzar la implementació de la interfície amb aquesta tecnologia, tenint en compte les modificacions observades en l'anterior fase del desenvolupament.

Paral·lelament es comença a construir la implementació de la capa de negoci. Aquesta consisteix en una sèrie de funcions en Java, en que a partir d'uns paràmetres d'entrada, realitzen una consulta a la base de dades i retornen la resposta al client en format XML. La comunicació entre la capa de negoci i la base de dades es realitza mitjançant JDBC

També s'implementen les crides al MapServer, on a partir de la petició de la finca o parcel·la per part de la interfície d'usuari a la capa de negoci, aquesta es comunica amb el Map Server per tal de demanar-li de generar una imatge, i aquest retorna l'adreça URL i la georeferenciació de la ortofoto resultant. La comunicació entre la capa lògica i el MapServer, es realitza amb PHP, doncs aquesta va ser la interfície elegida per l'informàtic d'Opennatur.

Una dificultat afegida és el fet de que la plataforma del servidor d'Opennatur és Linux, mentre que el desenvolupament ha estat fet en un entorn Windows. Per tal de salvar aquesta dificultat, s'habilita un entorn de proves al servidor d'Opengeo, i es permet la possibilitat d'una connexió remota per anar pujant els canvis realitzats i provar-los.

Havent experimentat prou temps amb la tecnologia Openlaszlo, i havent realitzat ja part de l'implementació de la interfície, s'arriba a la conclusió que aquesta tecnologia no és del tot satisfactòria. Les raons principals són la falta d'un entorn de desenvolupament còmode i el fet de que en aquells moments, Openlaszlo estava evolucionant a una nova versió, que comportava canvis importants, que l'havien de permetre generar tant codi Flash com HTML + Javascript. És per aquests motius i pensant sobretot en el posterior manteniment de l'aplicació per part de l'empresa Opennatur, que es decideix canviar a la tecnologia Flex, bastant més consolidada i amb un entorn de programació més funcional.

A més a més, el pas de OpenLaszlo a Flex és relativament senzill, doncs són llenguatges bastant similars i tots dos es serveixen de XML generat al servidor, per la qual cosa es pot aprofitar totalment la implementació de la capa de negoci feta fins al moment, limitant els canvis a la interfície d'usuari.

Referent a la implementació dels informes, s'ha optat per realitzar-la amb JasperReports, que genera un document PDF de la parcel·la demanada per l'usuari. JasperReports utilitza JFreeChart internament per a la realització de les gràfiques. L'elecció ha estat motivada per ser una de les eines per a fer informes més utilitzada en Java, i el fet de que ja es tenien coneixements previs d'aquesta tecnologia.

L'arquitectura final de l'aplicació quedaria d'aquesta manera.

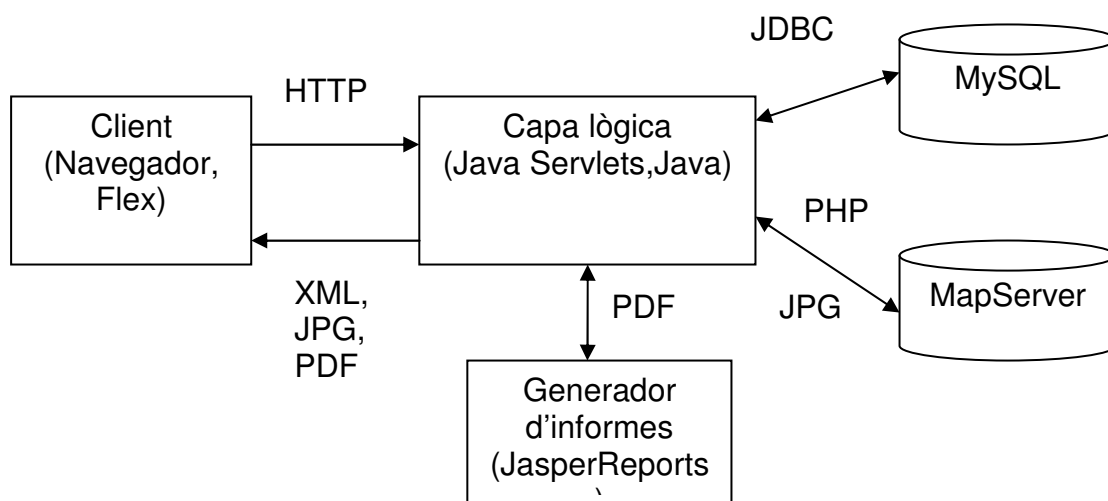
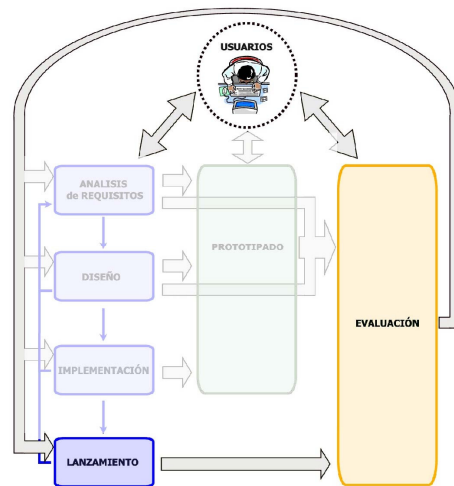


Figura 4.15. Esquema aplicació

Llançament**Figura 4.16.** Llançament

Ens trobem a la fase final del model de procés centrat en l'usuari. Un cop instal·lada l'aplicació al servidor de la empresa, es procedeix a realitzar un seguit de tests amb els usuaris. Encara que ja s'han fet tot un seguit d'avaluacions, aquesta última també té la seva importància, ja que ens mostra fins a quin punt s'han assolit els objectius inicials i les expectatives. A més ara es té la oportunitat de polir els detalls i corregir alguna errada. El fet de disposar de dades relatives a moltes lectures ens facilita aquesta feina. En el moment d'escriure aquesta memòria, la fase de llançament encara no ha estat finalitzada.

4.3 Tecnologies implicades

Aquí podem veure una breu descripció de les tecnologies finalment adoptades, així com algunes de les alternatives que s'han considerat.

Flex

Flex és un conjunt de tecnologies per al desenvolupament d'aplicacions web de codi obert sobre la plataforma Flash ([NET06]). Va ser llançat per Macromedia el març de 2004. Recentment, Adobe, la propietària des de l'adquisició de Macromedia, va canviar el model de llicències de tipus privatiu que s'havia seguit fins al moment, per una de codi obert MPL (Mozilla Public License).

La versió actual és la 2.0.1, encara que ja s'ha fet un llançament de la Beta de Flex 3, que manté la compatibilitat amb la versió anterior.

S'utilitza un llenguatge basat en la mescla de MXML (XML) i Action Script 3.0 . Està orientat a objectes i permet una separació clara entre el model de dades, la capa lògica i la de presentació.

A més de disposar d'un conjunt de controls preexistents com poden ser botons, camps de text i altres, en permet la creació de nous de manera senzilla, heretant si així es desitja dels controls ja construïts, per tal de facilitar la reutilització de codi.

Disposa d'un entorn de programació molt complet anomenat Flex Builder, basat en la plataforma Eclipse, que permet el disseny de la interfície en mode visual.

Permet la utilització de gràfics vectorials, també en el format estàndard SVG. Aquesta possibilitat junt amb la facilitat d'implementar animacions en els controls, fa que es pugui aconseguir aplicacions web còmodes d'utilitzar i d'aparença sofisticada.

A més el client carrega l'aplicació a l'inici, fet que millora notablement el flux de dades en comparació amb altres alternatives en HTML.

Permet diferents maneres de comunicar-se amb el servidor, com són els Serveis Web, RPC i els Flex Data Services.

MySQL

MySQL és un gestor de base de dades relacional amb llicència GNU GPL. La major part del codi és propietat de la empresa sueca MySQL AB. També compta amb una versió comercial, que inclou suport tècnic i la possibilitat d'integrar-la en software privatiu. MySQL. Segons la empresa, compta amb onze milions d'instal·lacions ([NET05]).

La seva popularitat es deguda sobretot a la facilitat d'ús i la seva eficiència. Hi ha un gran nombre de llibreries i eines dirigides a MySQL en molts llenguatges de programació. A més a més té una instal·lació i configuració senzilla en diferents plataformes.

Algunes de les principals característiques de MySQL són les següents:

- Portabilitat entre diferents sistemes, multiplataforma.
- Gran nombre de llibreries en diferents llenguatges de programació.
- Té un disseny multi-fil i multi-usuari.
- És de fàcil instal·lació.
- Molts tipus de dades diferents en les columnes.
- Bon nivell de seguretat.
- Escalabilitat.

MapServer

MapServer és un conjunt d'eines de desenvolupament de codi obert, que permet servir mapes, així com analitzar i consultar altres informacions de tipus geogràfic.

Admet un gran nombre de formats, ja siguin vectorials com ESRI shapefiles, PostGIS o GML, com de tipus raster, JPG, PNG, GIF, TIFF i d'altres

El servidor MapServer és multi-plataforma, ja que funciona en les plataformes Linux, Windows, Solaris o Mac OS X.

Estan disponibles llibreries per a MapServer en alguns dels llenguatges més utilitzats, com PHP, Python, Perl, Ruby, Java, i C#.

JasperReports

És una eina per a la creació d'informes de codi obert, escrita en Java, que pot exportar a diferents formats, com són PDF, HTML, XLS, CSV o XML. Es basa en el llenguatge de plantilles JRXML (XML) que defineixen tots els aspectes de la presentació de l'informe. A partir d'una plantilla JRXML i una font de dades com pot ser una base de dades, permet realitzar informes totalment dinàmics.

Disposa d'una eina per a la edició dels JRXML de manera visual, iReports, que facilita molt aquesta tasca.

OpenLaszlo

OpenLaszlo és una tecnologia que permet el desenvolupament d'aplicacions web. És de codi obert i la seva llicència és del tipus CPL (Common Public License).

Es va començar a desenvolupar en l'any 2001 per part de l'empresa Laszlo Systems, i des d'aleshores ha experimentat un seguit de canvis importants.

Es basa en el llenguatge LZX, que és una mescla de XML i Javascript. Està orientat a objectes i disposa d'un gran nombre de controls predefinits, així com la possibilitat d'ampliar-los.

Fa una bona separació del contingut i l'aspecte a través d'estils.

Un cop compilat, el resultat obtingut és el d'un fitxer SWF (Flash). A partir de la nova versió OpenLaszlo 4.0, llançada el 2007, és possible també compilar en format DHTML, la qual cosa li dona una gran versatilitat. Aquest canvi però, ha tingut un impacte negatiu pel que fa a la compatibilitat amb versions anteriors.

També existeix l'alternativa a compilar les fonts, mitjançant un servidor dedicat anomenat OpenLaszlo Server, que permet compilar a temps real segons es realitzen les peticions del client.

Un dels punts dèbils en l'actualitat, és la falta d'un entorn de desenvolupament integrat adequat, ja que el que existeix actualment basat en la plataforma Eclipse i creat per IBM, ha quedat desfasat i el seu desenvolupament ha estat abandonat per part de la companyia americana.

SVG

SVG (Scalable Vector Graphics) és un llenguatge que descriu gràfics vectorials en XML. És una recomanació del consorci W3C des del setembre del 2001 ([NET07]).

A més de gràfics vectorials, l'SVG també pot contenir gràfics de mapa de bits i text.

Conté una serie de gestors d'events que permet la interacció amb l'usuari.

A més està basat en un sistema d'estils que permet una bona separació entre contingut i aspecte.

Permet l'animació dels gràfics a través del llenguatge SMIL o de l'ECMAScript.

Actualment alguns navegadors ja inclouen de forma nativa el suport a SVG, com poden ser el Mozilla FireFox des de la versió 1.5 i el navegador Opera a partir de la 1.8 . Altres navegadors requereixen d'un plug-in específic, com el d'Adobe per a Internet Explorer. Tot i això la implementació de SVG en els navegadors encara és força incompleta, doncs encara no s'han implementat algunes de les parts de l'especificació d'aquest format. A més, Adobe ha deixat de donar suport al complement per a SVG del Internet Explorer, que havia estat el més utilitzat fins al moment, cosa que fa que en aquest navegador el suport a SVG sigui ara per ara deficient.

4.4 Aspectes rellevants

Gràfica de pressió

En aquest punt val la pena fer una descripció de les interaccions que tenen lloc entre les diferents capes de l'aplicació en el cas d'ús de la visualització de la gràfica de pressió. Aquest és el cas d'ús principal i el que té una dificultat major a l'hora de la implementació.

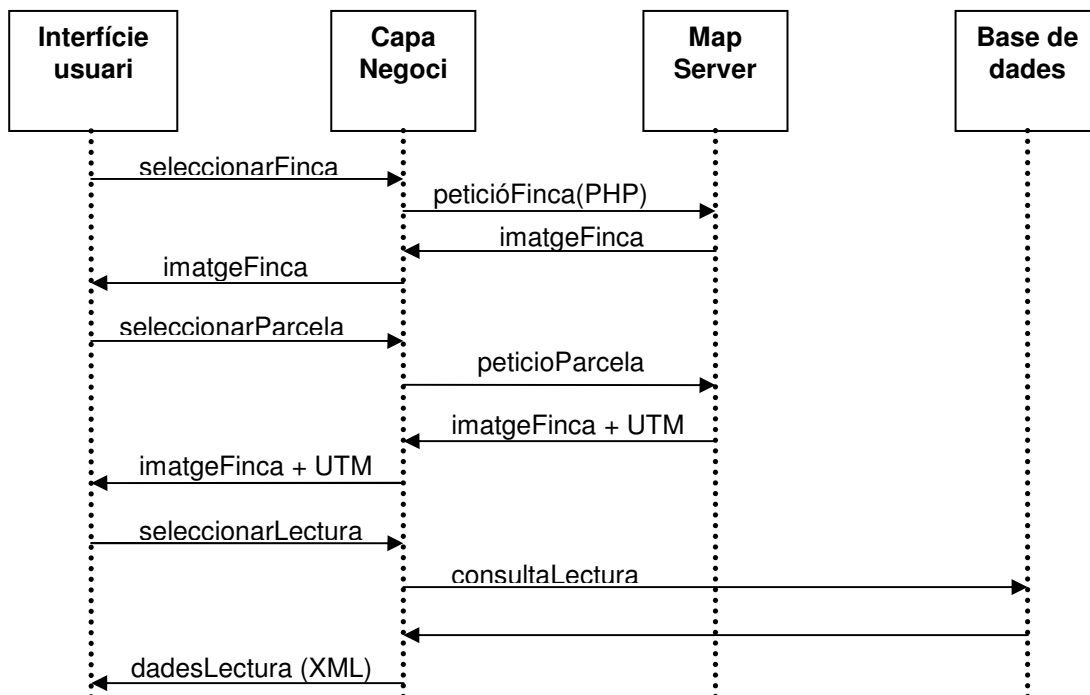


Figura 4.17. Diagrama de seqüència - gràfica de pressió

En primer lloc l'usuari selecciona la finca que vol visualitzar en la pantalla inicial. Aquesta petició passa a la capa de negoci, que és l'encarregada de demanar la ortofoto al MapServer, mitjançant PHP.

El MapServer genera el mapa corresponent i l'envia a la capa de negoci que al seu torn la envia a la interfície d'usuari per a que la mostri.

Ara l'usuari tria una de les parcel·les de la finca. El procés és el mateix que en la selecció de finca, però en aquest cas, s'obté además de la imatge del mapa, la georeferenciació de la parcel·la en coordenades UTM. La capa de presentació mostra la imatge de la finca i es guarda en memòria les coordenades.

El següent pas és que l'usuari seleccioni una plaga i una data d'entre les lectures disponibles. En el cas de que només es realitzi el control d'una una plaga en la parcel·la seleccionada, aquesta es marca automàticament, així com la data més recent en que es té una lectura. Aquesta petició passa a la capa lògica, que fa una consulta a la base de dades, per obtenir la informació de la lectura. A partir del resultat de la consulta SQL, la capa de negoci fa un càlcul de les captures per dia, i genera un XML amb el nombre d'insectes per dia de cadascuna de les trampes, que s'envia a la capa de presentació.

La capa de presentació, al rebre l'XML, pinta cada trampa sobre el mapa. La posició es calculada a partir de la georeferenciació de la parcel·la prèviament guardada i de les UTM de la trampa. En aquest càlcul, també hi intervé les dimensions del mapa, que és variable, segons la resolució de pantalla del client. Les trampes són pintades en una escala de colors, on a més insectes per dia, més intens és el color que es mostra.

El resultat final del procés, és la gràfica de pressió de la plaga, que dona a l'usuari una visió de la distribució geogràfica de la plaga.



Figura 4.17. Gràfica de pressió

5. RESULTATS OBTINGUTS

El primer pas a l'entrar en l'aplicació és la introducció del nom d'usuari i la contrasenya. Aquests són generats i proporcionats per l'informàtic d'Opennatur, tant per als clients com per als treballadors de l'empresa.

En cas d'errada, s'informa a l'usuari. A l'introduir correctament les dades s'entra a la pantalla principal.

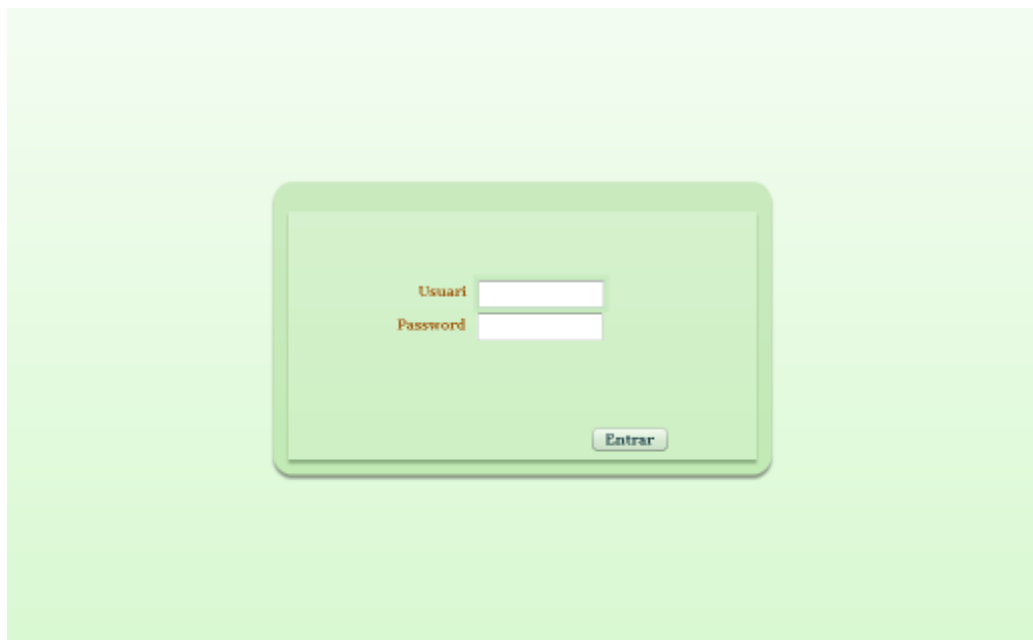


Figura 5.1. Pantalla de login

En la pantalla principal, s'ha d'elegir una de les finques disponibles per a la seva visualització. Els clients només podran veure les finques de les quals són propietaris o encarregats, mentre que els treballadors d'Opennatur podran elegir qualsevol de les finques de les que es disposa dades.



Figura 5.2. Pantalla inicial

Un cop seleccionada la finca, es carrega la ortofoto corresponent. Ara, es pot seleccionar la parcel·la a visualitzar, ja sigui des del mateix mapa, o des de la llista de parcel·les situada sota la llista de finques.



Figura 5.3. Pantalla finca seleccionada

Al seleccionar una parcel·la, es mostra el mapa corresponent. Ara només hem de seleccionar una plaga, i ja es pot veure la gràfica de pressió de la plaga damunt del mapa, corresponent a la lectura més recent. En el cas de que la parcel·la només tingui registre d'una plaga, aquesta serà seleccionada automàticament.



Figura 5.4. Pantalla gràfica de pressió

La gràfica de pressió ens dona una idea de la distribució geogràfica de la plaga en la parcel·la en un moment de temps. Els punts indiquen les trampes on s'han realitzat les lectures. A major nombre d'insectes recollits en una mostra, més grans són els punts i més intens el color. Si ens situem damunt d'una de les trampes, s'ens mostra el nom de la trampa i les captures / dia calculades a partir de les lectures obtingudes.

Al prémer sobre una de les trampes, es carregarà a la dreta del mapa informació addicional com la posició UTM de la trampa, la seva data d'instal·lació i el tipus de trampa. També es mostra una gràfica de línies en que podem veure l'evolució de les captures setmanals en la trampa seleccionada.



Figura 5.5. Pantalla gràfica de trampa

Al pitjar en el botó de gràfica, passem a la vista de les gràfiques de parcel·la. Aquí se'ns mostra una gràfica de línies de tota la parcel·la, que indiquen les captures setmanals que han estat ponderades adequadament a les lectures disponibles.

Existeixen dos tipus de gràfiques, una per les gràfiques de les trampes interiors de la parcel·la i un altra per les trampes que formen el perímetre.

En el cas de disposar de lectures d'un altra temporada per la finca seleccionada, es dona la opció de veure la sèrie del any corresponent en la mateixa gràfica, per facilitar-ne la comparació.

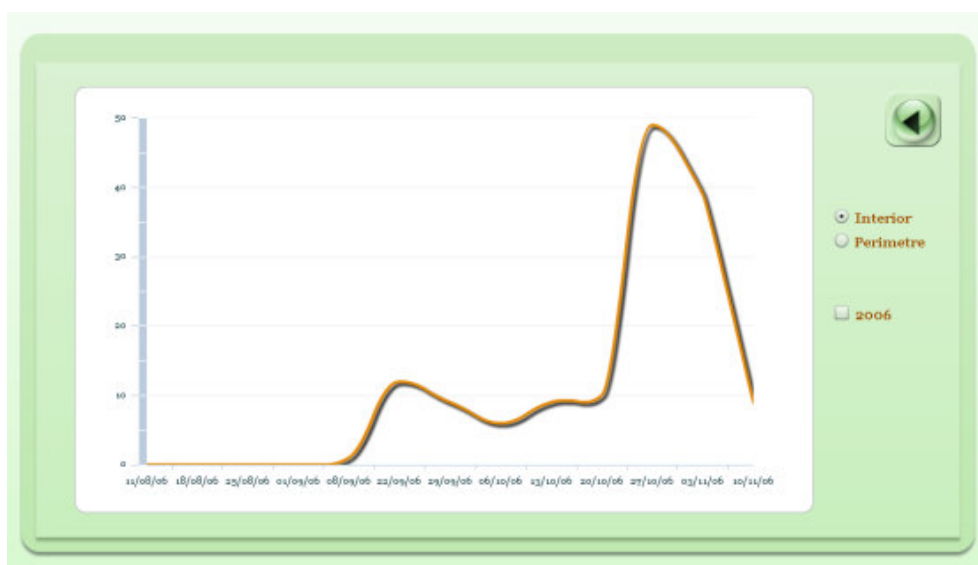


Figura 5.4. Pantalla gràfica d'evolució de plaga en la parcel·la.

Al pitjar sobre el botó avisos es mostra per pantalla els avisos corresponents a la lectura actual, en cas que n'hi hagi.

Si premem el botó informe, es genera un document en format PDF, amb informació relativa a la selecció actual de parcel·la , plaga i data. L'informe consta de la gràfica de pressió de la data seleccionada, les gràfiques de línies de les trampes interiors i exteriors corresponents a la parcel·la i els avisos o recomanacions indicats pels responsables del tractament de la finca.

6. CONCLUSIONS I FUTURES EXTENSIONS

Certament, un dels aspectes més importants del projecte és el fet que es tracta d'un mòdul integrat dintre d'un projecte global, que inclou també el mòdul de captures de dades i el de gestió central. Això implica certa dependència entre les diferents parts. Potser la més important és el fet de tenir una base de dades en comú, on el disseny d'aquesta s'ha d'adequar a tots els mòduls.

S'ha de tindre en compte, a més, que dels tres mòduls, el de Consulta Web és el que té més dependència dels altres, doncs s'entén que abans de poder oferir dades als clients, abans han de ser obtingudes i gestionades.

La falta de temps per reunir-nos tots plegats i prendre decisions, ha estat un altre factor important, ja que alguns dels membres del projecte treballàvem a temps complet i d'altres encara no havien finalitzat els seus estudis.

A pesar de les dificultats ja esmentades que comporta treballar en un projecte integrat en un de global, el fet de treballar en grup i reunir-se per tal d'assolir un objectiu comú és una experiència enriquidora. A més a més, el fet d'estar realitzant el projecte per a una empresa, amb la intenció de donar ús a les eines creades és una motivació afegida.

Un altre dels aspectes crítics del projecte ha estat l'elecció de les tecnologies, sobretot pel que fa a la part de la interfície amb l'usuari. Tot i que en un primer moment s'havia decidit d'utilitzar el format MrSid per a la visualització de mapes, aviat vam haver de desistir d'aquesta opció. Això ens ha fet buscar alternatives, algunes de les quals s'ha demostrat que potser no eren les més adients, sobretot pel fet d'haver elegit tecnologies noves i poc convencionals, cosa que complica el seu aprenentatge. Tantmateix creiem que ha valgut la pena aquest esforç en busca de cert grau d'innovació en el resultat final.

Pel que fa a futures extensions del treball realitzat podem anomenar les següents:

-Implementació del control de danys: Tot i que en un moment del desenvolupament va sorgir aquesta idea per part de l'empresa i que es van fer modificacions en la base de dades per tal d'incloure aquest cas d'ús, al final no ha estat implementat, ja que l'empresa encara no recull aquesta informació i no ha estat possible avançar en el seu anàlisi.

-Al principi del projecte es va plantejar que hi hauria un mòdul per gestionar clients, finques i trampes. Encara que ja es compta amb el mòdul de gestió central, tenir una alternativa de més fàcil accés per realitzar aquestes tasques seria molt interessant. Aquest futur mòdul es podria integrar dins del de consulta web, amb accés només per als treballadors de la empresa.

-Internacionalització: Encara que en un principi s'havia parlat de disposar del català i el castellà en l'aplicatiu, la falta de temps no ho ha fet possible. Malgrat això, la seva implementació és relativament senzilla, en part per la correcta separació de la presentació i la lògica en el codi i que la tecnologia Flex ho facilita.

BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[ARR02] Arranz Romero, A.M. 2002. Estudio Geoestadístico de la Distribución Espacial de la Helicoverpa armigera Hb. en el cultivo del tomate en las vegas bajas del Guadiana. Trabajo fin de carrera., Escuela de Ingenierías Agrarias, Universidad de Extremadura, Badajoz.

[BUR98] Burrough, P.A., y McDonnell, R.A. 1998. Principles of Geographical Information Systems. Oxford Univ. Press, New York.

[BRA99] Bragachini, M; Martellotto, E; Bianchini, A; von Martini, A; "Módulo de Riego y Agricultura de Precisión", INTA Manfredi, 1999, 38 páginas.

[BGA99] Bragachini, M; von Martini, A; Méndez, A; Bongiovanni, R; Martellotto, E; "Cuaderno de Actualización Técnica de Agricultura de Precisión". INTA Manfredi 1999, 180 pág.

[CRE85] Cressie, N.1985. Fitting variogram models by weighted least squares. Mathematical Geology. 17(5):563-586.

[DEB99] De Boer, L; Profesor de Economía Agrícola Universidad de Purdue, Conferencia realizada en INTA Manfredi sobre Agricultura de Precisión, Presente y Futuro y las principales diferencias entre Argentina y EEUU, INTA Manfredi, Abril 1999.

[BOO97] Goovaerts, P. 1997. Geostatistics for Natural Resources Evaluation. Oxford Univ. Press, New York.

[GRA03] Granollers, T.; Lorés, J. Perdrix F. Usability Engineering Process Model. Integration with Software Engineering. Long paper. HCI International 2003. Crete (Greece), June 2003.

[GNO03] Granollers, T. User Centred Design Process Model. Integration of Usability Engineering and Software Engineering. INTERACT 2003 (Doctoral Consortium), Zurich (Switzerland), September 2003.

[ISA89] Isaaks, E.H., y Srivastava, R.M. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford Univ. Press, New York.

[JOH03] John Deere; "The Precision-Farming guide for Agriculturists"; Agricultural Primer series, John Deere Publishing Dept. Moline, USA, 2003, 117 pàgines.

[JOU78] Journel, A.G., y Huijbregts, Ch.J. 1978. Mining Geostatistics. Academic, London.

[KEM89] Kemp, W.P., Kalaris, T.M. y Quimby, W.F. 1989. Rangeland grasshopper (Orthoptera: Acrididae) spatial variability: macroscale population assessment. J. Econ. Entomol. 82:1270-1276.

[LIE91] Liebhold, A.M., Zhang, X., Hohn, M.E., Elkinton, J.S., Ticehurst, M., et al. 1991. Geostatistical analysis of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) egg mass populations. Environ. Entomol. 20:1407-1417.

[MOO97] Moore, M; "Yield Mapping"; Tesis Doctoral; Cranfield University, Silsoe, Inglaterra, 1997, 270 pàgines.

[MOR03] Moral García, F.J. 2003. La Representación Gráfica de las Variables Regionalizadas. Geoestadística lineal. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura, Badajoz.

[PET98] Peterson, T; Pioneer Hi-Bred; "Setting Up Side x Side Comparisons With a Yield Monitor", USA, 1998, 8 pàgines.

[SCH89] Schotzko, D.J., y O'Keeffe, L.E. 1989. Geostatistical description of the spatial distribution of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils. J. Econ. Entomol. 82:1277-1288.

[SOK87] Sokal, R.R., Oden, N.L., y Barker, J.S.F. 1987. Spatial structure in *Drosophila buzzatii* populations: simple and directional spatial autocorrelation. Am. Nat. 129:122-142.

[TAY84] Taylor, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Annu. Rev. Entomol. 29:321-357.

REFERÈNCIES WEB

[AGR05] Agricultura de Precisió.

Disponible a: <http://www.agriculturadeprecision.org/index.htm> (Revisat 18/09/07)

[DEE05] Agromaquinària John Deere.

Disponible a: http://www.deere.com/es_ES/agriculture/ams/common_components.html (Revisat 18/09/07)

[LIZ05] Tecnologia mrSid. Disponible a: <http://www.lizardtech.es/solutions/geo/index.php> (Revisat 18/09/07)

[MOR05] Technologies Moritor. Disponible a: <http://www.moritor.com/> (Revisat 18/09/07)

[NET01] Tecnologia Flex. Disponible a: <http://www.adobe.com/es/products/flex/> (Revisat 18/09/07)

[NET02] MapServer. Disponible a: <http://mapserver.gis.umn.edu/> (Revisat 18/09/07)

[NET03] JasperReports. Disponible a: <http://jasperforge.org/sf/projects/jasperreports>
(Revisat 18/09/07)

[NET04] OpenLaszlo. Disponible a: <http://www.openlaszlo.org/> (Revisat 18/09/07)

[NET05] Bases de dades MySQL. Disponible a: <http://www.mysql.com/> (Revisat 18/09/07)

[NET06] SVG. Disponible a: <http://www.w3.org/Graphics/SVG/> (Revisat 18/09/07)

[NEW05] Maquinària per a la construcció New Holland. Disponible a: <http://www.newholland.com/>
(Revisat 18/09/07)

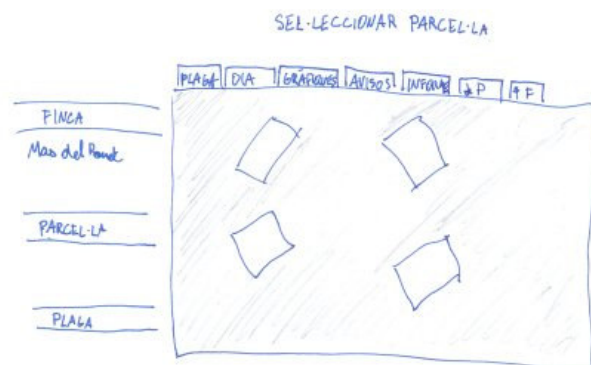
[SIG05] Sistema d'Informació Geogràfica. Disponible a: <http://sigpac.mapa.es/cibeles/visor/> (Revisat 18/09/07)

ANNEX

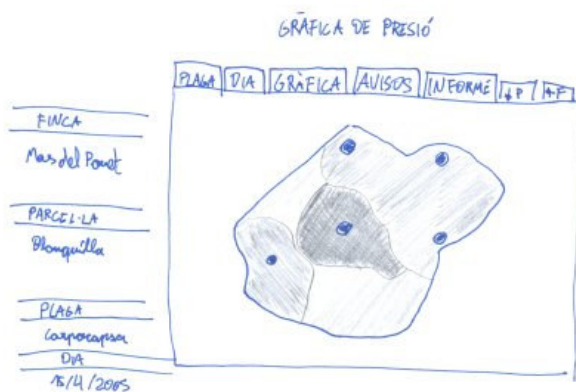
Prototip de paper



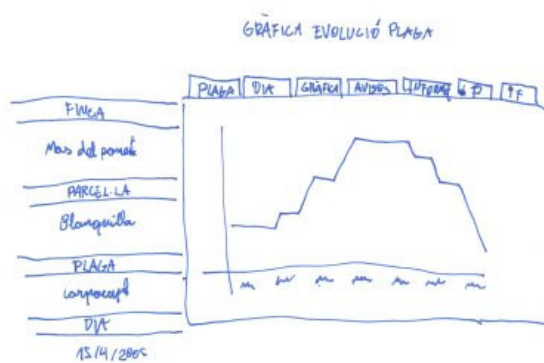
Pantalla sel·lecció finca



Pantalla sel·lecció parcel·la



Pantalla gràfica de pressió



Pantalla evolució de plaga



Pantalla avisos

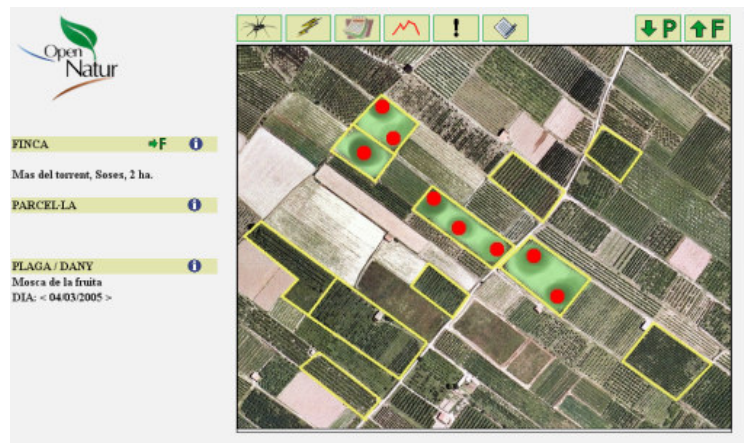
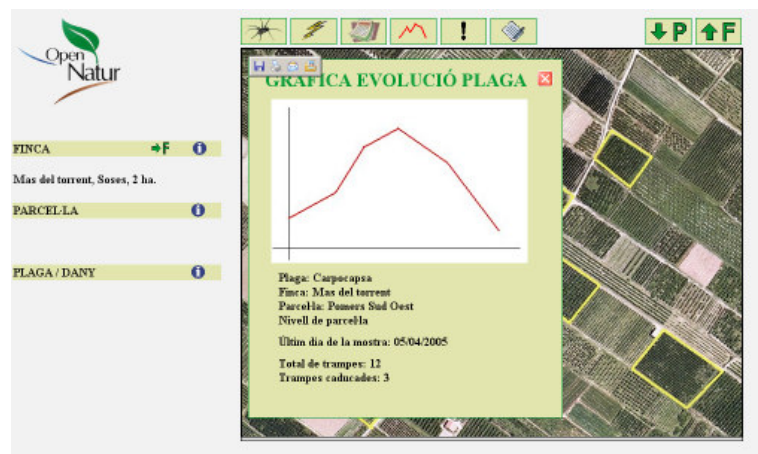
Prototip DHTML



Pantalla seleció finca



Pantalla seleció parcel·la

**Pantalla gràfica de pressió****Pantalla gràfica d'evolució****Prototip SVG**



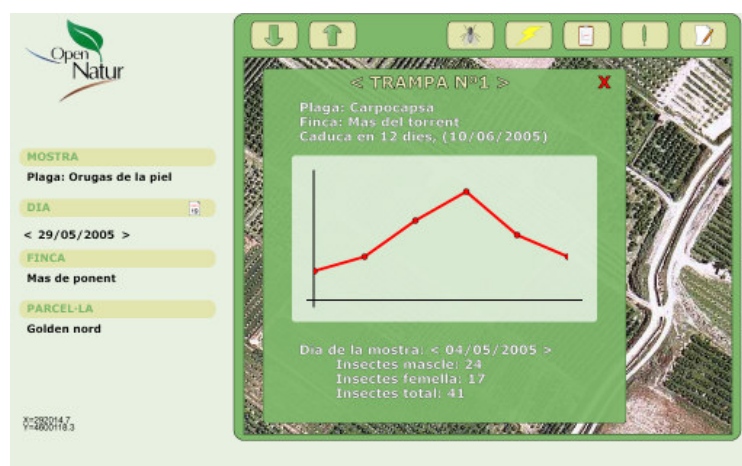
Pantalla gràfica selecció finca



Pantalla selecció parcel·la



Pantalla gràfica de pressió



Pantalla gràfica d'evolució d'una trampa



Pantalla d'avisos

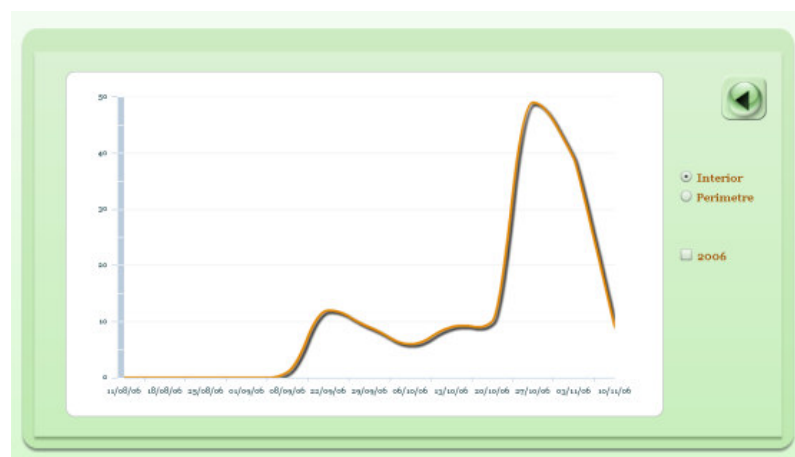
Prototip Flex



Pantalla selecció parcel·la



Pantalla gràfica de pressió

**Pantalla gràfica trampa****Pantalla gràfica parcel·la**